

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE D'INGÉNIEUR-DOCTEUR

PAR

Frédéric MAILLARD

Ancien Élève de l'École Polytechnique

Ingénieur des Industries Textiles

Diplômé du Conservatoire National des Arts et Métiers

1^{re} **THÈSE.** — *Contribution à l'étude de l'influence des caractéristiques physiques des fils sur les conditions de leur emploi au tissage.*

2^e **THÈSE.** — *Propositions données par la Faculté.*

Soutenues le **25 JUIN 1938** devant la Commission d'examen.

Président : M. BLARINGHEM

Examineurs : } MM. LAUGIER
TOUSSAINT

ÉDITÉ PAR LA REVUE "L'INDUSTRIE TEXTILE"

171, Rue du Faubourg Poissonnière, 171

PARIS (9^e)

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE D'INGÉNIEUR-DOCTEUR

PAR

Frédéric MAILLARD

Ancien Élève de l'École Polytechnique

Ingénieur des Industries Textiles

Diplômé du Conservatoire National des Arts et Métiers

1^{re} THÈSE. — *Contribution à l'étude de l'influence des caractéristiques physiques des fils sur les conditions de leur emploi au tissage.*

2^e THÈSE. — *Propositions données par la Faculté.*

Soutenues le

devant la Commission d'examen.

Président : M. BLARINGHEM

Examineurs : } MM. LAUGIER
TOUSSAINT

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen honoraire M. MOLLIARD.
Doyen C. MAURAIN, *Professeur*, Physique du Globe.

<i>Professeurs honoraire</i> s	{	H. LE CHATELIER.	Léon BRILLOUIN.	AUGER.
		H. LEBESGUE.	GOURSAT.	BLAISE.
		A. FERNBACH.	WALLERANT.	DANGEARD.
		A. LEDUC.	GUILLET.	JANET.
		Emile PICARD.	PÉCHARD.	LESPIEAU.
		Rémy PERRIER.	FREUNDLER.	MARCHIS.
				VESSIOT.

PROFESSEURS

G. BERTRAND...T	Chimie biologique.	ROBERT-LÉVY ..	Zoologie.
M. CAULLERY...T	Zoologie (Evolution des êtres organisés).	F. PICARD.....	Zoologie (Evolution des êtres organisés).
G. URBAIN.....T	Chimie générale.	Henri VILLAT...T	Mécanique des fluides et applications.
Emile BOREL...T	Calcul des probabilités et Physique math.	Ch. JACOB.....T	Géologie.
Jean PERRIN...T	Chimie physique.	P. PASCAL.....T	Chimie minérale.
H. ABRAHAM...T	Physique.	M. FRÉCHET...T	Calcul différentiel et Calcul intégral.
E. CARTAN.....T	Géométrie supérieure.	E. ESCLANGON..T	Astronomie.
M. MOLLIARD...T	Physiologie végétale.	M ^{me} RAMART-LUCAS	Chimie organique.
L. LAPICQUE...T	Physiologie générale.	H. BÉGHIN.....T	Mécanique physique et expérimentale.
A. COTTON.....T	Recherches physiques.	FOCH	Mécanique expérimentale des fluides.
J. DRACH.....T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	PAUTHENIER ...	Physique (P. C. B.).
Charles FABRY.T	Enseignem. de Phys.	DE BROGLIE...T	Théories physiques.
Charles PÉREZ.T	Zoologie.	CHRÉTIEN	Optique appliquée.
Léon BERTRAND	Géologie structurale et Géologie appliquée.	P. JOB.....	Chimie générale.
P. PORTIER....T	Physiologie comparée.	LABROUSTE ...	Physique du Globe.
E. RABAUD....T	Biologie expérimentale.	PRENANT	Zoologie.
M. GUICHARD...T	Chimie minérale.	VILLEY	Mécanique physique et expérimentale.
Paul MONTEL...T	Théorie des fonctions et Théorie des transformations.	BOHN	Zoologie (P. C. B.).
P. WINTREBERT	Anatomie et histologie comparées.	COMBES	Botanique (P. C. B.).
L. BLARINGHEM.T	Botanique.	GARNIER	Mathématiques génér.
O. DUBOSQ....T	Biologie maritime.	PÈRÈS	Mécanique théorique des fluides.
G. JULIA.....T	Mécanique analytique et Mécan. céleste.	HACKSPILL ...	Chimie (P. C. B.).
C. MAUGUIN...T	Minéralogie.	LAUGIER	Physiologie générale.
A. MICHEL-LÉVY	Pétrographie.	TOUSSAINT ...	Technique Aéronautique.
H. BÉNARD....T	Mécanique expérimentale des fluides.	M. CURIE.....	Physique (P. C. B.).
A. DENJOY....T	Application de l'analyse à la Géométrie.	G. RIBAUD....T	Hautes températures.
L. LUTAUD....T	Géographie physique et géologie dynamique.	CHAZY	Mécanique rationnelle.
Eugène BLOCH.T	Physique théorique et Physique céleste.	GAULT	Chimie (P. C. B.).
G. BRUHAT....	Physique.	CROZE	Recherches physiques.
E. DARMOIS....	Enseign. de Physique.	DUPONT	Théories chimiques.
A. DEBIERNE...T	Physique générale et Radioactivité.	LANQUINE ...	Géologie.
A. DUFOUR....T	Physique (P. C. B.).	VALIRON	Mathématiques générales.
L. DUNOYER....	Optique appliquée.	BARRABÉ	Géologie structurale et Géologie appliquée.
A. GUILLIERMOND	Botanique.	MILLOT	Zoologie (P. C. B.).
M. JAVILLIER...T	Chimie biologique.	F. PERRIN....	Théories physiques.
L. JOLEAUD....	Paléontologie.	VAYON	Chimie organique.
		G. DARMOIS....	Calcul des Probabilités et Physique. Mathématique.

Secrétaire A. PACAUD.
Secrétaire honoraire D. TOMBECK.



A MES PARENTS

A mon Maître le Professeur J. DANTZER

A MA FEMME

A. Monsieur L. BLARINGHEM

Membre de l'Institut

*Professeur à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Première Thèse

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE L'INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES
PHYSIQUES DES FILS SUR LES CONDITIONS
DE LEUR EMPLOI AU TISSAGE

INTRODUCTION

Un tissu est constitué par l'entrecroisement de deux systèmes différents de fils: d'une part des fils de chaîne disposés parallèlement entre eux et régnant sur toute la longueur d'une même pièce de tissu — d'autre part des fils de trame, venant s'entrelacer entre les fils de chaîne et travaillant perpendiculairement à ceux-ci.

Le métier à tisser, servant à la fabrication des tissus, comprend, en principe, les éléments représentés sur la figure 1.

A la partie arrière, se trouve un rouleau 1 dit ensouple sur lequel on a préalablement enroulé, en une nappe de fils parallèles, l'ensemble de la chaîne. La largeur de la nappe, ainsi que le nombre total des fils qui la composent, sont essentiellement fonction du genre de tissu à produire. Cette ensouple, maintenue dans des supports appropriés, a son déroulement freiné par un dispositif classique de frein à cordes et contrepoids. Les fils de chaîne 2 provenant de l'ensouple après passage sur un porte-fils 3 sont dans un plan horizontal qui constitue le niveau d'étente du métier. On répartit ensuite les fils de chaîne en deux nappes 4 et 5 par passage dans les maillons des lames 6 et 7, ces lames étant de simples cadres en bois portant des lisses, chaque lisse com-

portant en son milieu, un maillon pour le passage d'un fil. Si, regardant le métier de l'avant, on numérote l'ensemble des fils de chaîne depuis la gauche,

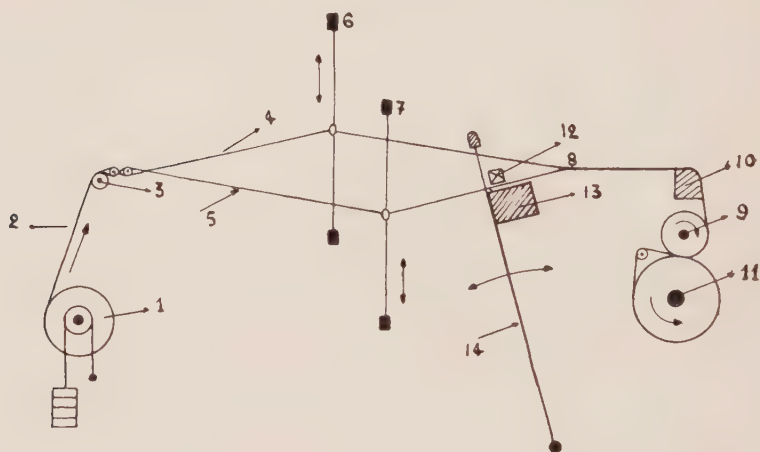


Fig. 1

on suppose ici que tous les fils d'ordre impair sont passés dans les maillons de la lame 6 et tous les fils d'ordre pair dans ceux de la lame 7. Ces deux lames, par l'intermédiaire de marches et d'excentriques, reçoivent un mouvement alternatif vertical et travaillent toujours en opposition. Les deux nappes de fil de chaîne se réunissent à nouveau en 8, point à partir duquel le tissu est constitué. Ce tissu, entraîné par adhérence sur un rouleau d'appel 9 vient, après passage sur la poitrinière 10, former un rouleau de tissu 11. Ce dernier rouleau est naturellement également freiné pour assurer la tension des fils de chaîne sur le métier.

L'angle formé en 8 par la réunion des deux nappes de chaîne s'appelle la foule et c'est dans cet angle qu'on lance la navette contenant le fil de trame (mis préalablement en canette). Cette navette 12 se déplace sur une pièce de bois à section quadrangulaire 13, la chasse. Cette chasse porte un peigne métallique entre les dents duquel sont passés les fils de chaîne: ce peigne règle ainsi d'une manière précise l'écartement respectif des différents fils de chaîne. La navette circule alternativement d'un côté à l'autre du métier, déposant, à chaque traversée, un fil de trame dit duite dans la foule. La chasse, supportée par des épées de chasse 14 reçoit par l'intermédiaire d'un arbre vilebrequin et de bielles, un mouvement d'oscillation alternatif qui a pour but, après chaque passage de la navette, de serrer la duite déposée contre le tissu préalablement formé.

On conçoit dans ces conditions qu'en changeant la position respective des deux lames du métier à chaque passage de la navette dans la foule, on puisse entrecroiser les fils de trame et les fils de chaîne de manière à former un tissu.

Le mode d'entrecroisement ainsi décrit constitue le tissu dit « toile », obtenu pratiquement en divisant l'ensemble des fils de chaîne en deux nappes : fils pairs et fils impairs, levées alternativement pour le passage de la navette et l'insertion de la trame. La loi réglant le travail respectif des fils de chaîne et de trame, fixe l'*armure du tissu*. Il existe un nombre considérable d'armures et on conçoit facilement que plus celles-ci sont compliquées, plus grand doit être le nombre des lames à monter au métier à tisser.

Nous ne nous occuperons d'ailleurs, dans nos travaux, que de l'armure la plus employée : la toile. Ce tissu peut naturellement s'exécuter avec tous genres de fils (nature et numéro). Il peut, de plus, être plus ou moins serré, tant en chaîne qu'en trame. On fixe la contexture d'un tissu en indiquant d'une part, le nombre des fils de chaîne au centimètre, ce qui constitue le *compte*, et d'autre part le nombre des fils de trame au centimètre, ce qui constitue le *duitage*.

Ces explications préliminaires indispensables étant admises, le problème que nous nous sommes proposé d'étudier peut se définir de la manière suivante :

Etant donné une chaîne :

- 1) d'une nature déterminée (coton, laine, rayonne);
- 2) d'un numéro déterminé (le numéro fixant, comme nous l'indiquerons ultérieurement, la grosseur du fil);
- 3) d'un compte déterminé.

Chercher quel est le nombre maximum de duites que l'on peut insérer au centimètre dans cette chaîne, pour la production de l'armure toile, en utilisant des fils de coton, de laine ou de rayonne de tous les numéros usuels.

En d'autres termes, il s'agit de la recherche de la loi du duitage maximum possible lorsqu'on connaît toutes les caractéristiques d'une chaîne et le numéro et la nature du fil de trame utilisé.

Ce problème est d'ordre essentiellement pratique quant à ses résultats et sa solution est susceptible de rendre les plus grands services dans la fabrication courante où l'on cherche très souvent à réaliser de tels tissus à duitage maximum.

Il est bien évident, à priori, que de telles recherches doivent se poursuivre dans deux domaines différents. Il faut évidemment commencer par connaître les caractéristiques physiques des fils qu'on désire utiliser et ce n'est qu'après l'étude de ces caractéristiques qu'on peut aborder le problème du tissage. Notre travail se trouve donc tout naturellement divisé en deux parties: d'une part l'étude des fils et d'autre part les essais de tissage. La première partie a pu s'exécuter entièrement au laboratoire. Pour la seconde partie, par contre, nous avons dû procéder à de nombreux essais industriels. Ceux-ci ont pu se faire grâce à l'obligeance de M. Delamare-Deboutville, qui nous a largement ouvert ses ateliers de tissage et que nous remercions de la collaboration efficace qu'il nous a ainsi apportée.

PREMIERE PARTIE

ETUDE DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES FILS

CHAPITRE. I

GENERALITES

Les fils utilisés dans l'industrie textile sont caractérisés, au point de vue de leur grosseur, par leur numéro ou titre (ce dernier terme étant plus spécialement réservé aux soies et rayonnées).

Les bases de numérotage varient avec les matières composant les fils. Nous rappelons qu'elles sont les suivantes.

Le numéro d'un fil indique :

En coton, la longueur de fil en kilomètres pesant 500 grammes.

En laine (peignée et cardée), la longueur de fil en kilomètres pesant 1.000 grammes.

En soie et rayonne, le poids, exprimé en deniers, d'une longueur fixe de 450 mètres de fil, le denier équivalant à 0 gr. 05.

Le système de titrage utilisé pour la laine est dif

titrage métrique. Ces indications concernent les fils simples. Pour les fils retors, on fixe en général leur grosseur en indiquant d'une part le numéro des fils simples qui les composent et d'autre part le nombre de brins ou bouts qu'ils comportent.

Les caractéristiques physiques des fils comprennent les éléments suivants :

Nature et qualité des matières
qui les composent ;

Numéro;

Torsion;

Diamètre;

Résistance dynamométrique et élasticité.

Nos essais, qui étaient entrepris en vue de la recherche de la loi du duitage maximum, n'ont pas porté sur l'ensemble de ces caractéristiques. Nous avons en effet négligé la recherche de la résistance dynamométrique et de l'élasticité des fils, car ce sont là des essais classiques, au sujet desquels de nombreux observateurs ont publié des chiffres sérieusement établis. De plus, lors de l'utilisation des fils sur le métier à tisser, les efforts auxquels sont soumis les fils de chaîne et de trame sont loin d'approcher leur résistance dynamométrique effective: les limites d'élasticité ne sont même jamais atteintes sur un métier à tisser convenablement réglé, ce que nous avons maintes fois vérifié en étudiant la résistance et l'élasticité d'un fil de chaîne avant son montage sur le métier et après séjour de quelques heures sur le métier en marche: les faibles écarts de résistance et

d'élasticité obtenus dans les deux cas ne dépassent pas les écarts normaux qu'on peut observer sur différentes éprouvettes d'un même fil; ce qui prouve qu'un fil de chaîne, après avoir subi les efforts de traction auxquels il est soumis sur le métier, n'a subi aucune déformation permanente. Et cette conclusion s'applique à fortiori aux fils de trame qui, au point de vue traction, travaillent sensiblement moins que les fils de chaîne. Ce résultat expérimental était d'ailleurs facile à prévoir, car un tissu normalement constitué doit posséder des qualités d'élasticité qu'il ne saurait avoir si les fils qui le composent sont déformés d'une manière permanente lors du tissage.

Par contre, les quatre autres caractéristiques physiques énumérées précédemment jouent un rôle certain pour la détermination de la loi du duitage maximum, aussi avons-nous borné nos essais à l'étude de ces caractéristiques. Il est à noter d'ailleurs qu'il ne s'agit pas de quatre fonctions indépendantes: aussi, avons-nous été amené, après une étude systématique de chacune d'elles, à dégager de nos essais les lois qui régissent leurs variations respectives.

CHAPITRE II

HISTORIQUE ET MODES OPERATOIRES UTILISES

I) NATURE ET QUALITÉ DES MATIÈRES PREMIÈRES

a) *Coton.*

L'identification de la matière première se fait par examen microscopique soit en long, soit sur coupes transversales. L'étude longitudinale montre l'aspect caractéristique d'une fibre aplatie présentant, sur sa longueur, une certaine torsion. En coupe, on identifie facilement le coton grâce à la forme de la section de sa fibre qui reproduit sensiblement l'aspect d'un haricot ou d'un croissant avec large canal central aplati, apparaissant le plus souvent comme un simple trait. Ces aspects caractéristiques sont reproduits sur les microphotographies fig. 2 et fig. 3.

En ce qui concerne la qualité de la fibre, on sait qu'on admet, industriellement, que cette qualité est directement fonction de la longueur, qui fixe ainsi la valeur pratique d'utilisation du coton. Il faut d'ailleurs préciser que le criterium servant de base d'appréciation (toujours au point de vue industriel) est la dimension des plus longues fibres existant dans

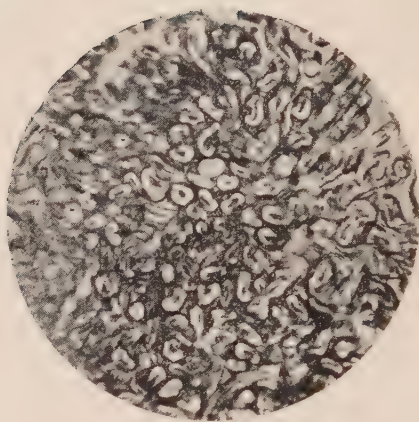


Fig. 2. — Examen microscopique du coton en coupe

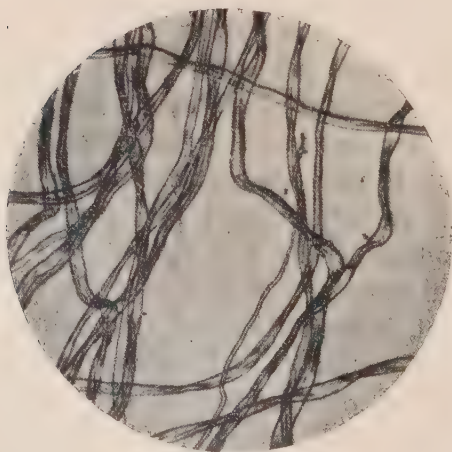


Fig. 3. — Examen microscopique longitudinal du coton

un lot de coton. Un coton d'Amérique 28 mm., par exemple, est un coton dont les plus longues fibres atteignent cette valeur, mais dont la longueur moyenne dépasse souvent à peine 24 mm. Mais, indépendamment de cette caractéristique de longueur (dont le rôle industriel primordial s'explique en partie, car il sert de base aux réglages du matériel de filature) on peut également déterminer la finesse et la ténacité des fibres de coton.

Il faut reconnaître que de très nombreux travaux ont été publiés sur la détermination des indices de qualité du coton : longueur, finesse, résistance, mais tous les observateurs ont travaillé sur le coton brut, avant toute opération industrielle de filature. Citons, parmi les plus intéressants quant aux résultats auxquels ils sont parvenus : O'Neill, Yves Henry, Balls, Calvert-Simmers, Heim, Dantzer, Rœhrich. Pour l'étude de la longueur des fibres de coton, on peut avantageusement utiliser l'appareil à extraire le diagramme des fibres de coton de Baer qui comprend, en principe, une série de barrettes (neuf) garnies de fines aiguilles, placées parallèlement entre elles et équidistantes. En peignant sur ces barrettes un échantillon de coton (qu'on s'est efforcé par prélèvements successifs d'obtenir aussi « moyen » que possible) on recueille, dans les aiguillages, les fibres classées par longueur, chaque barrette correspondant à une longueur de fibres. Il suffit de peser les paquets de fibre obtenus à chaque barrette pour pouvoir déterminer le pourcentage de fibres de coton de chaque longueur existant dans le coton étudié. On construit alors un diagramme représentatif du coton en portant en

ordonnées les longueurs de fibres et en abscisses les pourcentages des différentes longueurs de fibres. L'étude de ce diagramme permet de déterminer facilement la longueur du coton étudié (longueur industrielle) et sa longueur moyenne, ainsi que différents coefficients facilitant l'appréciation de la régularité et de l'homogénéité du coton.

Pour l'étude de la finesse, la méthode la plus ingénieuse et la plus rapide, a été indiquée par Calvert-Summers et reprise par Rœhrich. Elle est basée sur ce fait expérimental qu'une fibre de coton, plongée dans une solution de soude caustique à 25° Beaumé se gonfle à bloc, sans cependant faire éclater la cuticule: elle reprend, en somme, la forme qu'elle avait à l'intérieur de la capsule du cotonnier, la forme rubanée aplatie que nous avons signalée précédemment n'apparaissant qu'après dessiccation à l'air. Une telle fibre mercerisée (c'est-à-dire après le traitement à la soude) lavée, puis séchée à une section ronde et de nombreuses mensurations, ont permis de constater que le diamètre de cette fibre représente les 8/10 du diamètre le plus grand de la fibre sèche avant mercerisage.

En mercerisant dans ces conditions l'échantillon de coton à étudier, on peut alors facilement, sans erreur d'appréciation possible, mesurer sous le microscope, sur les fibres observées longitudinalement, le diamètre de celles-ci, puisqu'elles ont la forme cylindrique sensiblement parfaite, alors qu'une mesure dans les mêmes conditions, sur les fibres sèches rubanées serait absolument impossible, en raison des grandes variations du diamètre apparent d'une même

fibre, en différents endroits de sa longueur. On peut alors procéder à cent mensurations dont on prend la moyenne. On obtient ainsi le diamètre de la fibre mercerisée, dont on déduit, d'après les explications précédentes, le diamètre réel de la fibre sèche.

Pour l'étude de la ténacité enfin, on utilise des dynamomètres spéciaux dérivés du type original d'O'Neill, tels que l'appareil Yves Henry ou l'appareil Pontillon, dans lesquels la fibre à essayer, maintenue à sa partie supérieure est fixée à sa partie inférieure à un flotteur pouvant se déplacer librement dans un vase rempli d'eau. Un écoulement d'eau de ce vase provoque la descente du flotteur qui amène, à un moment donné, la rupture de la fibre. Un calcul simple permet alors, connaissant le volume d'eau écoulé, de déterminer la ténacité (ou charge de rupture) de la fibre.

On peut ainsi, à l'aide de ces diverses déterminations, apprécier scientifiquement la qualité générale d'un coton brut.

Lorsqu'il s'agit d'étudier la qualité d'un coton filé, les différents modes opératoires que nous venons d'esquisser, s'appliqueraient difficilement et ne donneraient certainement que des résultats très discutables. Pour la longueur notamment, si on voulait faire un diagramme des fibres, il y aurait lieu de tenir compte des fibres cassées et des fibres courtes éliminées durant les opérations de filature. Or, il est à peu près impossible d'avoir, sur la proportion exacte de ces déchets, des indications très précises.

Dans ces conditions, et étant donné le but final que nous poursuivons, il nous a suffi, pour l'étude de

la qualité des cotons composant les fils ayant servi de base à nos travaux, de déterminer la longueur commerciale des fibres, c'est-à-dire celle de ses plus belles fibres.

A cet effet, nous avons procédé par détorsion du fil pour en isoler les fibres. Celles-ci sont alors reprises une à une et disposées, à l'aide d'un fin pinceau légèrement imprégné d'une solution aqueuse de glycérine, sur une plaque de verre noir. Il ne reste plus qu'à procéder à leur mensuration. En pratiquant ainsi la mesure de cent fibres, on arrive facilement à déterminer d'une part la longueur moyenne de coton et d'autre part la longueur des plus belles fibres.

Connaissant ainsi la qualité du coton au point de vue longueur, nous nous sommes reportés aux travaux de Roehrich, qui sont parmi les plus récents et les plus sérieusement établis, pour en déduire les autres caractéristiques dont nous avons besoin et notamment la finesse.

Cette manière de procéder est d'autant plus logique qu'en pratique on peut classer les cotons en trois catégories distinctes : les courtes-soies (de longueur inférieure à 25 mm.), les moyennes-soies (dont les fibres varient de 25 à 32 mm.) et enfin les longues-soies (dont les fibres dépassent 32 mm.) et que, en ce qui concerne la finesse, les caractéristiques de chaque espèce varient relativement peu à l'intérieur de chacune de ces catégories.

b) *Laine.*

L'identification de la matière première se fait ici très simplement par examen microscopique des fibres

en long: on reconnaît aussitôt l'aspect écaillé caractéristique que l'on peut voir sur la microphotographie fig. 4.

Nous nous sommes basés, en ce qui concerne la détermination de la qualité de la laine, sur la finesse des fibres composant les fils étudiés. C'est en effet la caractéristique dominante, servant de base au classement des différentes laines.

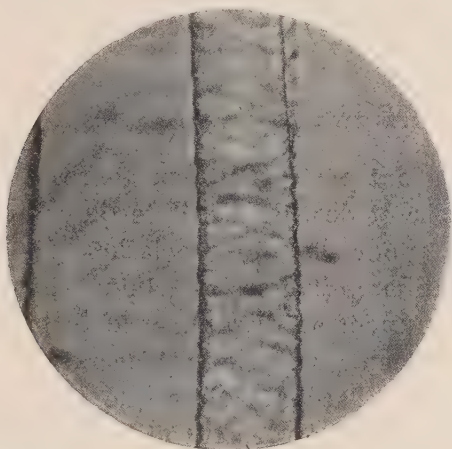


Fig. 4. — Examen microscopique de la laine

On pourrait recourir à la mensuration des diamètres des fibres de laine observées au microscope : c'est là une méthode de choix, utilisée principalement pour l'étude des laines brutes ou peignées. Nous avons préféré une méthode beaucoup plus simple, donnant des résultats très suffisants pour l'étude des laines filées et que nous avons empruntée aux travaux de J. Dantzer et Rœhrich. Elle consiste à déterminer avec précision le numéro d'un morceau de fil de 10 cm. de

longueur et à compter le nombre des fibres qui le composent. On obtient ainsi facilement le numéro métrique moyen de la fibre utilisée pour la fabrication du fil considéré. Ce numéro métrique permet d'apprécier immédiatement la finesse de la laine, donc sa qualité. En se reportant aux travaux précédemment cités, on peut alors connaître toutes les caractéristiques intéressantes de la matière. Nous avons procédé, pour chaque fil, à dix essais semblables dont nous avons pris la moyenne.

c) *Rayonnes.*

Nos essais ont porté sur deux genres de fils : des fils de viscose et des fils d'acétate de cellulose.

On peut, pour la différenciation de ces deux rayonnes, utiliser diverses réactions chimiques : la viscose notamment se dissout, avec forte coloration brune, dans l'acide sulfurique. L'acétate de cellulose se dissout dans l'acétone alors que la viscose reste inattaquée. On peut également utiliser divers réactifs colorés dont le type est le réactif Savereux, colorant en rose violacé les fils de viscose et en orangé les fils d'acétate de cellulose.

On peut enfin, méthode de choix, examiner les filaments en coupe transversale, au microscope. On a des aspects totalement différents, tels que ceux représentés par les microphotographies, fig. 5 et 6.

En ce qui concerne la détermination de la qualité des rayonnes, un des éléments essentiels est le nombre de brins composant un fil. Il est en effet notoire que plus grand est le nombre de brins composant un fil

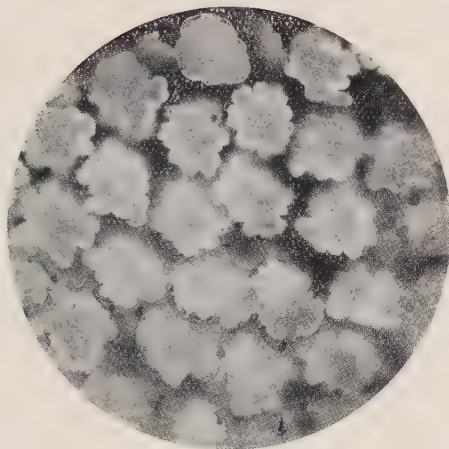


Fig. 5. — Examen microscopique en coupe du fil de viscose

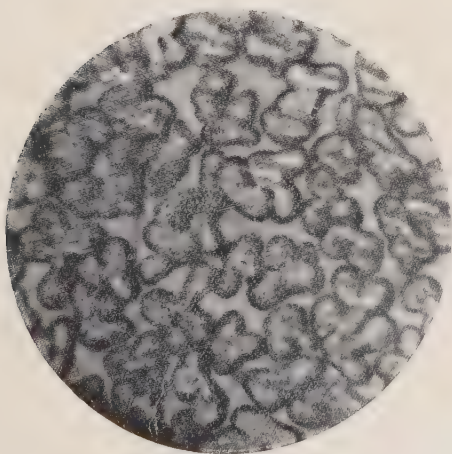


Fig. 6. — Examen microscopique en coupe du fil d'acétate de cellulose

de rayonne, toutes choses et notamment le titre étant égales par ailleurs, plus le fil est souple et plus grand est son pouvoir couvrant au tissage.

Nous avons, dans un précédent travail, étudié les caractéristiques des fils de rayonne d'utilisation courante. Pour nos essais actuels, nous rappelons que par simple détorsion on arrive facilement à isoler en un faisceau parallèle les filaments composant un fil de rayonne. On peut alors compter le nombre de ces filaments et, en divisant le titre du fil par ce nombre, on obtient le titre de chaque filament, qui caractérise en somme la finesse de la rayonne considérée.

II) DÉTERMINATION DU NUMÉRO OU TITRE DES FILS

Aucune difficulté particulière ne se présente pour cette détermination. Il suffit en principe de mesurer une longueur de fil et de la peser pour en déduire, connaissant les bases de titrage précédemment indiquées, le numéro du fil.

Nous avons fait dans chaque cas une double détermination. Un premier essai a été effectué à l'aide du dévidoir de titrage permettant la confection d'une échevette mesurant 500 mètres de long qu'on pèse ensuite. Un second essai a été fait en pesant directement une longueur de 10 mètres de fil constituée par dix prélèvements d'un mètre effectués en différents endroits d'une même bobine. Les deux méthodes ont donné des résultats pratiquement identiques, compte tenu de la tolérance admise pratiquement pour le titrage des fils.

III) DÉTERMINATION DE LA TORSION DES FILS

Nous utilisons pour la détermination de la torsion, un torsiomètre à simple détorsion de modèle classique.

Cet appareil comprend une règle horizontale supportant vers l'une de ses extrémités, une pince pouvant tourner autour de son axe horizontal par l'intermédiaire d'engrenages. Un compteur permet d'enregistrer le nombre de tours de rotation de cette pince. Une seconde pince, solidaire d'un support coulissant sur la règle est placée dans le même plan horizontal que la pince rotative. On peut ainsi opérer sur des longueurs de fil variable en déplaçant la pince mobile. Tous nos essais ont été faits sur des éprouvettes de 0 m. 50 de fil.

Pour les fils retors, ainsi que pour les fils de rayonne, il n'y a aucune difficulté opératoire. On engage le fil dans les deux pinces, puis on fait tourner la pince rotative dans le sens provoquant la détorsion : on arrête l'opération lorsqu'on a isolé les fils

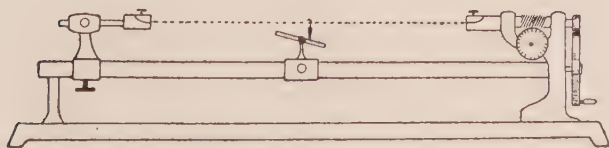


Fig. 7. — Torsiomètre à simple détorsion

simples composant le retors ou les filaments élémentaires des fils de rayonne.

Pour les fils simples, l'opération est un peu plus délicate car il est difficile d'apprécier à quel moment exact on a provoqué la détorsion complète du fil, les fibres le composant restant toujours solidaires les unes des autres par leur crochet naturel. Nous avons alors employé le mode opératoire dû à Pfimlin, qui consiste à placer le fil à essayer entre les deux pinces puis à suspendre, à mi-distance entre les deux pinces, un léger poids. On règle alors la tension du fil de manière à ce que la surcharge vienne affleurer la règle horizontale du torsiomètre. On procède ensuite à la détorsion du fil puis, continuant à faire tourner la pince rotative, on tord le fil à nouveau, en sens inverse de sa torsion primitive. On arrête cette torsion lorsque le fil a pris la même tension qu'au début de l'essai, ce qu'on vérifie en suspendant à nouveau au milieu la surcharge qui doit affleurer exactement la règle du torsiomètre. On obtient ainsi, au compteur, un chiffre indiquant le double de la torsion du fil, puisque ce chiffre est la somme de deux torsions égales (de deux sens opposés).

Pour éviter tout tâtonnement et toute cause d'erreur dans le réglage de la tension primitive du fil, nous avons légèrement modifié ce mode opératoire en plaçant sur la règle horizontale un petit collier supportant une plaque métallique inclinée, dispositif représenté sur la figure 7. Il suffit alors, au début de l'expérience, de placer le fil entre les deux pinces, de disposer en son milieu la surcharge et d'amener, par coulissement, la plaque métallique inclinée au

contact exact de l'extrémité de la surcharge taillée en pointe à sa partie inférieure. On supprime ainsi tout réglage de tension du fil et les opérations sont beaucoup plus rapides.

Nous procédons, pour chaque fil, à une série de dix essais dont nous prenons la moyenne.

IV) DÉTERMINATION DU DIAMÈTRE DES FILS

Nous abordons ici un domaine beaucoup plus délicat de recherches, dans lequel il ne semble pas, jusqu'à présent, qu'on soit arrivé à une étude définitive et complète du problème.

Tout d'abord, il est évident que le diamètre D d'un fil est fonction d'une part de la densité ρ de la matière qui le constitue et d'autre part de sa densité apparente d , que nous allons définir.

Un fil peut en effet s'assimiler pratiquement à un cylindre. Si donc, nous considérons un fil de numéro métrique N , par définition $N \times 10^3$ m. de ce fil pèsent 1.000 gr. En calculant le volume de cette longueur de fil, nous aurons:

$$V_{\text{cm}^3} = \frac{N \times 10^5 \times \pi \times D^2}{4} \quad D \text{ étant exprimé en cm.}$$

Ce volume est lié au poids de base de titrage par la relation:

$$10^3 = \frac{N \times 10^5 \times \pi \times D^2}{4} \times d$$

$$\text{soit } d = \frac{4}{N \times \pi \times D^2 \times 10^2}$$

ce facteur d constituant ce que nous désignons sous le nom de densité apparente du fil.

Cette densité apparente d est toujours inférieure à la densité ρ de la matière première constituant le fil, puisqu'à l'intérieur d'un fil toutes les fibres composantes sont loin d'être collées les unes aux autres : elles ne sont liées entre elles que par leur crochet naturel (si elles en possèdent) et par la torsion donnée lors du filage : il y a donc des vides importants ménagés entre ces fibres, ce qui explique l'écart existant entre la densité apparente du fil et la densité réelle de la matière première qui le compose.

Il découle de ces explications que deux méthodes s'offrent pour déterminer le diamètre des fils : soit la mesure de la densité apparente dont on déduit par la formule précédente le diamètre, soit la mesure directe du diamètre.

La méthode indirecte par mesure de la densité paraît la plus séduisante, en raison notamment des risques d'écrasement et de déformation du fil lors des mesures directes. Elle présente cependant des inconvénients sérieux dus à la difficulté d'obtenir des valeurs précises de la densité : un fil est en effet une matière essentiellement poreuse et il est très difficile d'éliminer l'air qu'il retient dans ses fibres lors des mesures.

J. Dantzer a suggéré d'effectuer ces mesures avec la méthode classique du flacon ou à l'aide d'une balance hydrostatique, en prenant la précaution d'éliminer l'air inclus dans le fil par passage sous le vide, après immersion, mais il ne semble pas que ce

mode opératoire est donné des résultats sérieux à son inventeur.

Plus récemment, J.-A. Mattew a imaginé, pour mesurer la densité apparente du fil, de remplir l'espace occupé par l'air inclus avec une substance huileuse. A cet effet, on plonge les fils à étudier dans de l'huile (choisie suffisamment visqueuse) jusqu'à ce que les bulles d'air contenues dans le fil se soient toutes échappées. On presse alors légèrement et avec précaution l'échantillon de fil entre des feuilles de papier buvard, on les frotte légèrement de bout en bout jusqu'à ce qu'on juge que l'excès d'huile a été enlevé. On opère ensuite sur les fils ainsi préparés par la méthode du flacon.

Nous avons essayé cette méthode, mais elle ne nous a pas donné des résultats tels que nous ayons pu l'adopter. En effet, il est difficile d'éliminer tout excès d'huile après le trempage des fils. On ne peut s'opposer à la formation d'un film extérieur, enrobant le fil et venant fausser les résultats. De plus, une série de 10 mesures, faites sur un même fil et dans des conditions identiques, ont donné des résultats très divergents : ce fait tient, à notre avis, aux quantités variables d'huile retenue dans chaque cas par le fil. De plus, autre cause d'erreur importante, les matières textiles sont toutes douées d'un pouvoir absorbant qui est loin d'être négligeable : il se produit donc certainement, pendant le trempage des fils, un gonflement des fibres qui fausse complètement les résultats expérimentaux. Enfin, cette méthode s'applique à de petites longueurs de fil qui subissent obligatoirement, lorsqu'on les prélève, une détorsion pro-

voquée par le couple de torsion des fibres libérées par la coupe. Il en résulte une augmentation non négligeable du diamètre des extrémités des éprouvettes modifiant sensiblement le volume du fil essayé, donc sa densité apparente.

Pour l'ensemble de ces raisons, nous avons préféré abandonner la méthode de la détermination de la densité apparente, pour nous orienter vers la mesure directe du diamètre.

On rencontre toutefois des difficultés d'opération sérieuses pour ces mesures, en raison, ainsi que nous l'avons signalé précédemment, de la facilité avec laquelle un fil se déforme sous l'action de pressions très faibles.

J. Dantzer, dans un travail sur la recherche de la densité des fils, a préconisé l'emploi de l'appareil Duplay pour la mesure des diamètres. Il comprend une tige horizontale cylindrique parfaitement calibrée, maintenue entre deux supports verticaux. Cette tige porte à l'une de ses extrémités un volant permettant de lui imprimer un mouvement de rotation. Elle porte d'autre part, à son autre extrémité, un plateau circulaire claveté sur elle, donc entraîné dans son mouvement de rotation : une petite encoche, pratiquée dans ce plateau, permet d'y engager l'extrémité du fil à essayer. En regard de ce plateau se trouve un coulisseau susceptible de glisser ou de se déplacer longitudinalement, mais sans tourner, le long de la tige cylindrique horizontale. Le coulisseau porte un œil dans lequel on passe l'extrémité du fil avant de venir le fixer dans l'encoche du plateau circulaire. Un système de contrepoids, relié au coulisseau, sol-

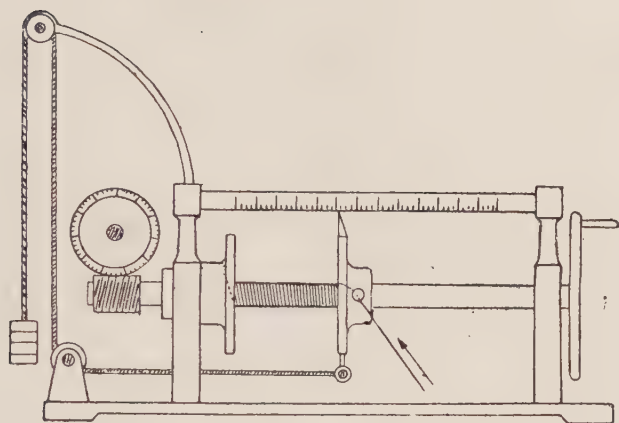


Fig. 8. — Appareil Duplay

licite constamment celui-ci vers le plateau circulaire. Au début de l'opération, le coulisseau est ainsi en contact avec ce plateau. Un index, enfin, solidaire du coulisseau, est placé devant une règle graduée en millimètres ; il est au zéro de la graduation lorsque plateau et coulisseau sont en contact.

Pour effectuer un essai, il suffit de faire tourner, par l'intermédiaire du volant, la tige cylindrique : le fil, entraîné par le plateau circulaire, s'enroule sur cette tige et le coulisseau s'éloigne progressivement du plateau, au fur et à mesure de la formation des spires de fil sur la tige ; mais, en raison de l'action des contrepoids, il assure le serrage de ces spires les unes contre les autres. Un compteur, solidaire de la tige cylindrique, enregistre le nombre de tours de celle-ci. Lorsqu'on a effectué 100 tours, on a disposé, jointivement, 100 spires de fil. L'index porté par le coulisseau permet de connaître la longueur occupée

sur la tige par ces 100 spires. On a ainsi, en divisant ce chiffre par 100, le diamètre moyen du fil étudié.

En principe, cet appareil semble parfait, car on obtient ainsi un diamètre moyen, ce qui est très intéressant en raison des variations de diamètre qu'on rencontre sur une certaine longueur de fil. Mais, en pratique, il n'est pas exempt de critiques.

Tout d'abord, il est délicat de régler exactement la traction exercée par les contrepoids sur le coulisseau, traction qui assure le serrage régulier des spires de fil. Si l'on opère avec une trop forte traction, on arrive à faire chevaucher les spires les unes sur les autres : si par contre cette traction est trop faible, l'enroulement du fil se fait dans de mauvaises conditions. D'ailleurs, une traction qui paraît convenable, c'est-à-dire assurer une formation correcte de spires jointives, peut néanmoins être trop forte et provoquer un écrasement du fil et une diminution de son diamètre.

Nous avons procédé à différents essais de contrôle à l'aide de cet appareil et nous sommes arrivés aux conclusions suivantes. Pour les fils de gros numéros, et à torsion assez forte, les indications qu'il fournit sont acceptables et en tous points comparables à celles trouvées par d'autres méthodes. Par contre, pour les fils fins, quelle que soit leur torsion, les résultats sont beaucoup plus discutables car il est pratiquement impossible de régler la tension dans les limites indiquées précédemment. Enfin, pour les fils à faible torsion, et surtout pour les fils de rayon à torsion trame, on ne peut arriver à la formation de spires correctes : on constate toujours des cheva-

chements des spires les unes sur les autres, faussant entièrement les résultats.

Comme nos recherches portaient sur les fils les plus divers, tant comme numéros que comme torsion, il nous a paru impossible de nous en rapporter aux indications fournies par cet appareil.

Nous avons alors songé à des mesures directes effectuées au microscope. Celles-ci ne sont d'ailleurs praticables qu'avec un certain nombre de précautions que nous allons énumérer.

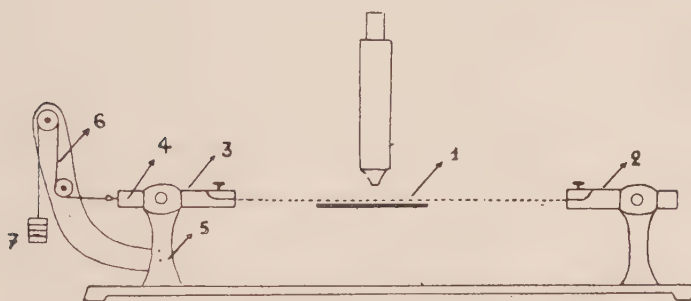


Fig. 9

Nous utilisons un microscope ordinaire et opérons sous un grossissement de 155 diamètres. L'oculaire est muni d'un micromètre à lecture directe. L'éclairage se fait par lampe pointollite permettant l'obtention d'un bon faisceau de rayons parallèles. Il est indispensable, pour la correction des mesures, que le fil sur lequel on opère soit placé dans des conditions invariables : le point capital est de lui assurer une tension constante et d'éviter toute détorsion accidentelle qui provoquerait aussitôt une variation de dia-

mètre. Pour remplir ces conditions, nous avons réalisé le petit montage représenté sur la fig. 9.

Deux pinces distantes de 20 cm. environ sont placées dans le plan horizontal de la platine 1 du microscope. La pince 2 est fixe, alors que la pince 3 est montée à l'extrémité d'un tube 4 coulissant à frottement doux dans le support 5. Le tube 4 est relié par son extrémité à un petit fil 6 supportant des contrepoids 7. Le fil à étudier est maintenu par les deux pinces, dont la position est réglée de manière qu'il n'ait aucun contact avec la platine 1, tout en étant le plus rapproché possible de celle-ci. Dans un tel dispositif, si on néglige le frottement entre le tube 4 et son support 5 (frottement qu'on peut d'ailleurs admettre constant pour toute une série d'expériences), la tension du fil à étudier est réglée par les contrepoids 7. On réalise ainsi une constance très suffisante de cette tension pour les mesures de diamètre.

Des essais préalables nous ont amené à conclure que la valeur des contrepoids de tension pouvait, sans inconvénient, être fixée à 5 % de la résistance du fil à étudier. Quelques essais de résistance dynamométrique, effectuée au dynamomètre fil à fil, nous indiquaient ainsi pour chaque fil la valeur de la surcharge de tension à adopter.

L'appareil étant ainsi monté, on mesure directement le diamètre du fil à l'aide du micromètre oculaire. Il faut naturellement avoir soin de ne pas modifier la mise au point initiale du microscope pendant une même série d'expériences.

Nous avons opéré, dans ces conditions, pour chaque fil, 100 mesures dont nous avons pris la moyenne.

Pour connaître en millimètres le diamètre du fil, il ne reste plus qu'à étalonner, pour la mise au point adoptée, le micromètre oculaire ; ce qu'on fait en plaçant, sur la platine du microscope, un micromètre objectif. Il faut disposer celui-ci sur de petites cales (réalisées très simplement par de petites boulettes de cire) et le déplacer, dans le sens vertical, jusqu'au moment où il est au point, sans toucher au système optique du microscope. Ces déplacements verticaux se font très facilement, par écrasement progressif des cales en cire.

Ce mode opératoire présente l'inconvénient d'être relativement long, encore que les différentes manipulations se fassent assez rapidement pour un opérateur exercé, mais nous estimons que, de tous ceux que nous avons décrits précédemment, c'est le seul qui soit susceptible de donner des résultats suffisamment précis et surtout comparables, puisqu'on peut régler à volonté la tension sous laquelle les mesures s'effectuent.

CHAPITRE III

CARACTERISTIQUES DES FILS DE COTON

Avant d'aborder les résultats expérimentaux obtenus, il est indispensable de donner quelques indications sur la torsion des fils, en raison de l'importance que celle-ci joue dans la variation des caractéristiques des fils. Ces renseignements, d'ordre général, sont applicables aux fils constitués de filaments discontinus, soit, pour notre travail, aux fils de coton et de laine, à l'exclusion des fils de rayonne.

La torsion qui se donne aux fils sur le métier à filer continu ou renvideur, n'est pas une quantité invariable. Elle augmente tout d'abord avec la finesse du fil et ses variations sont réglées par la loi de Kœchlin, qui s'exprime par la formule bien connue

$$T = K\sqrt{N}$$

dans laquelle nous désignons par T le nombre de tours de torsion au mètre donné au fil, par N le numéro du fil, enfin par K un coefficient de proportionnalité, dit coefficient de torsion.

Mais, pour les besoins des usages pratiques, on doit disposer de fils plus ou moins tordus : c'est ainsi, pour ne citer qu'un exemple, qu'au tissage, les fils employés en chaîne devant subir des efforts plus grands sur le métier à tisser, sont toujours plus tor-

dus que les fils de trame, la torsion augmentant la résistance d'un fil, du moins jusqu'à une certaine torsion optima. Ces différents genres de fil correspondent à des coefficients de torsion variés et on conçoit que, plus le coefficient de torsion est élevé, plus forte est la torsion du fil, à numéro égal. Nous indiquerons d'ailleurs ultérieurement la relation existant entre le coefficient de torsion et la disposition relative des fibres constituant le fil, à l'intérieur de celui-ci.

La loi de Kœchlin n'est d'ailleurs pas d'une rigueur mathématique : elle doit, dans la pratique, subir quelques corrections en raison notamment de la masse plus ou moins grande des fibres en travail pour former le fil, ce qui fait que, pour un même genre de fil, on adopte, suivant le numéro de fil à produire, le coefficient le mieux approprié ; les limites dans lesquelles varie le coefficient de torsion, depuis les fils de gros numéros jusqu'aux fils les plus fins, étant d'ailleurs en général assez étroites.

Pour les fils de coton d'Amérique de numéro 20, qui représente un numéro courant, les coefficients de torsion utilisés pratiquement varient de 120, correspondant aux fils de trame les plus floches (les moins tordus) à 200, ce dernier chiffre s'appliquant aux chaînes extra-fortes à grande torsion.

Nos essais, en fils de coton, ont porté sur les trois grandes catégories suivantes : fils de chaîne ordinaire, tels que ceux utilisés couramment en tissage, fils de trame (ou dits encore demi-chaîne) utilisés en trame au tissage, fils de trame à torsion floche, utilisés principalement en bonneterie.

A) *Fils de chaîne ordinaire :*

La gamme des fils de cette catégorie étudiés est la suivante :

Chaîne coton Amérique N° 10		
»	»	N° 12
»	»	N° 16
»	»	N° 20
»	»	N° 24
»	»	N° 30
»	»	N° 40

Les longueurs des fibres composant ces fils, déterminées dans les conditions exposées précédemment, sont indiquées dans le tableau I suivant.

TABLEAU I

Numéro du fil	Longueur commerciale des fibres
10	28 m/m 5
12	28 m/m 5
16	29 m/m
20	28 m/m 5
24	30 m/m
30	30 m/m
40	30 m/m

Il s'agit, pour l'ensemble de ces 7 fils, d'un coton Texas, dit 28/30 mm., de bonne qualité courante.

En nous référant aux travaux de Rørich précédemment cités, on peut admettre, pour ce coton, les caractéristiques suivantes pour sa finesse et sa ténacité :

Numéro métrique de la fibre....	4.350
Diamètre de la fibre	19, μ 4
Résistance	6 g. 50

Nous indiquons ensuite, dans le tableau II suivant, les torsions au mètre de ces différents fils, ainsi que les coefficients de torsion correspondantes.

TABLEAU II

Numéro du fil	Torsion au mètre.	Coefficient de torsion
10	525	166
12	575	166
16	672	168
20	755	169
24	843	172
30	959	175
40	1112	176

Si nous nous reportons aux tableaux de torsion des fils de coton établis pour la filature française par P. Luc, nous constatons que, dans ce dernier travail, les coefficients de torsion indiqués pour les fils de chaîne ordinaire torsion du Nord, varient de 166 pour le N° 10 à 182 pour le N° 40.

Nous pouvons donc, dans ces conditions, étant donné les faibles écarts entre nos résultats et les coefficients théoriques de Luc, considérer que l'ensemble des 7 fils étudiés représente bien une gamme de fils de chaîne ordinaires. En d'autres termes, ces 7 fils sont fabriqués dans des conditions analogues et ils peuvent être considérés, en pratique, comme semblables au sens géométrique du mot. Les mesures des diamètres, effectuées suivant le mode opératoire

précédemment décrit, ont donné les résultats du tableau III suivant. Nous avons également, dans la troisième colonne de ce tableau, indiqué pour chaque fil la densité apparente d calculée à l'aide de la formule déjà établie

$$d = \frac{4}{N \times \pi \times D^2 \times 10^2}$$

dans laquelle D représente le diamètre du fil en centimètres et N son numéro métrique.

TABLEAU III

Numéro du fil	Diamètre (en m/m)	Densité apparente
10	0,29	0,74
12	0,25	0,70
16	0,23	0,75
20	0,20	0,79
24	0,19	0,71
30	0,17	0,72
40	0,15	0,77

L'examen des chiffres du tableau précédent montre que, pour ces 7 fils étudiés, nous ne constatons pas de variations très sensibles de la densité apparente du fil : celle-ci varie en effet de 0,70 à 0,79 pour s'établir avec une moyenne de 0,74. Il ne se dégage d'ailleurs aucune règle dans les variations observées : elles sont certainement imputables à de légères différences dans le titre des fils, aux endroits mesurés : il ne faut en effet pas oublier que, d'une part, le numéro d'un fil n'est pas rigoureusement constant sur toute sa longueur et que, d'autre part, les mesures des diamètres ont été faites microscopiquement

et ont donc porté sur de faibles longueurs de fil, malgré que ces essais aient été répétés 100 fois pour chacun des fils.

Dans ces conditions, nous estimons qu'il est logique de considérer la densité apparente moyenne des fils de chaîne (définis par les coefficients de torsion précédemment donnés) comme égale à 0,74. Ce résultat confirme d'ailleurs pleinement celui qui avait été obtenu par J. Dantzer en utilisant l'appareil Duplay et en opérant sur des fils assez gros. Cette concordance nous prouve, à défaut de toute indication fournie par l'auteur, que ses essais avaient porté sur des fils à torsion chaîne.

La densité apparente ainsi déterminée permet de déduire, par le calcul, le diamètre de tous les fils de chaîne, puisque nous avons déjà dit que les fils fabriqués avec une même qualité de coton et un même coefficient de torsion étaient des solides semblables. Ils doivent donc théoriquement présenter des densités apparentes égales.

Cette densité apparente étant ainsi fixée, le diamètre du fil se calcule par la formule :

$$D = \sqrt{\frac{4}{N \times \pi \times d \times 10^2}}$$

$$= \frac{1}{5 \sqrt{\pi \times d}} \times \frac{1}{\sqrt{N}}$$

ou, puisque d , pour un même genre de fil est constant:

$$D = \frac{C}{\sqrt{N}}; \text{ C désignant une constante.}$$

Nous avons ainsi calculé les diamètres des principaux fils de coton. Ces résultats font l'objet du tableau IV suivant.

TABLEAU IV

Diamètre des fils de coton. Torsion chaîne ($d = 0,74$)

Numéro du fil	Diamètre en m/m	Numéro du fil	Diamètre en m/m
4	0,46	40	0,15
8	0,33	50	0,13
10	0,29	60	0,12
12	0,27	70	0,11
16	0,23	80	0,10
20	0,20	90	0,10
24	0,19	100	0,09
28	0,18	110	0,09
30	0,17	120	0,08

Les chiffres du tableau précédent montrent que si, pour les fils de gros numéros et moyens, les variations du diamètre sont importantes, elles sont par contre beaucoup plus faibles pour les fils fins. Ceci est d'ailleurs mis en évidence si on trace la courbe des variations des diamètres en fonction des numéros.

En portant les diamètres en ordonnées et les numéros en abscisses, cette courbe a pour formule :

$$y = \frac{C}{\sqrt{x}}.$$

C'est une courbe à allure hyperbolique, comme le montre la fig. 10.

Pour justifier notre mode de calcul de la densité apparente tel que nous l'avons déduit de l'étude de 7 fils différents, nous avons rapporté sur la fig. 11

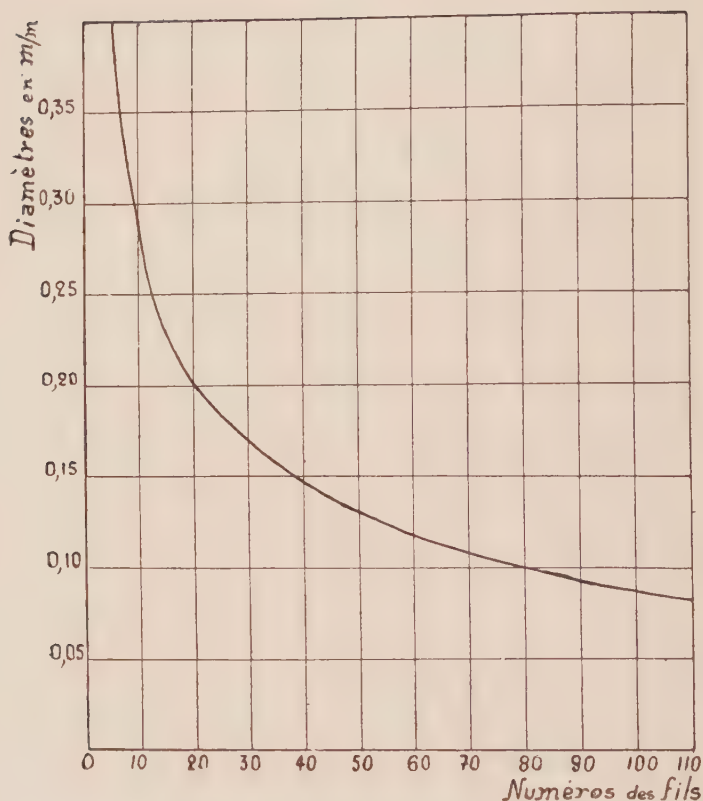


Fig. 10. — Variation du diamètre des fils en fonction du numéro

avec les mêmes axes de coordonnées (en ordonnées les diamètres, en abscisses les numéros des fils) d'une

part en traits pleins la courbe théorique $y = \frac{C}{\sqrt{x}}$

et d'autre part en traits pointillés la courbe obtenue à l'aide de nos résultats expérimentaux.

Le faible écart entre ces deux courbes montre que, dans la pratique, on peut, sans inconvénient, se baser

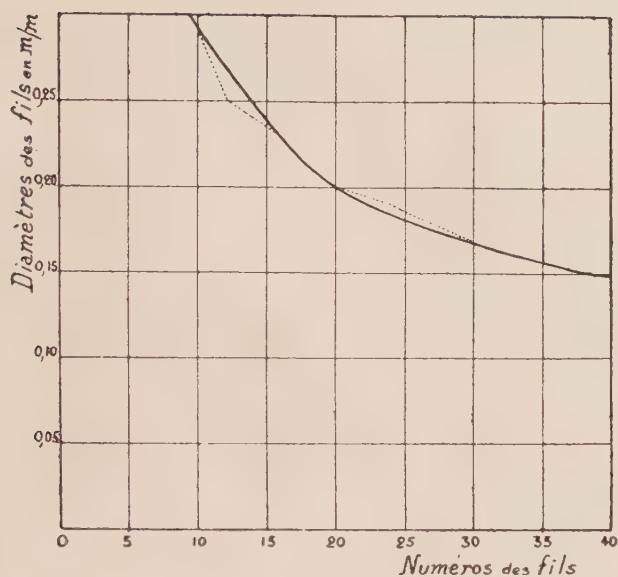


Fig. 11

pour le calcul du diamètre des fils, sur la densité apparente moyenne que nous avons déterminée.

B) Fils de trame (demi-chaîne) :

Nos essais ont porté, dans cette catégorie, sur les échantillons suivants :

Trame coton	Amérique	N° 12
»	»	» N° 16
»	»	» N° 20
»	»	» N° 28
»	»	» N° 37

Les longueurs des fibres composant ces différents fils sont indiqués dans le tableau V suivant.

TABEAU V

Numéro du fil	Longueur commerciale des fibres
12	27 m/m
16	27 m/m
20	28 m/m
28	28 m/m
37	28 m/m 5

Tous ces cotons sont comparables au point de vue de leurs caractéristiques, que nous pouvons fixer, en faisant état des travaux cités antérieurement, de la manière suivante :

Numéro métrique de la fibre	3.700
Diamètre de la fibre	21, ^μ 4
Résistance	6 g. 9

Les caractéristiques de torsion de ces fils sont rassemblées dans le tableau VI suivant.

TABEAU VI

Numéro du fil	Torsion au mètre	Coefficient de torsion
12	485	140
16	560	140
20	635	142
28	765	145
37	895	147

Les coefficients de torsion, pour la trame, varient dans la pratique, de 136 pour les fils les plus gros à 151 pour les fils les plus fins. La gamme des 5 fils

étudiés est donc, au point de vue de la torsion, homogène, et ceux-ci restent absolument comparables entre eux en ce qui concerne les mesures de diamètres auxquelles nous avons ensuite procédé.

Ces déterminations ont été faites comme expliqué précédemment : nous indiquerons donc simplement que, dans les mêmes conditions, nos essais nous ont donné, comme résultat concernant la densité apparente de ces fils de trame : $d = 0,66$.

Partant de cette densité apparente, on calcule les valeurs du diamètre des fils de trame de différents numéros. Ce sont ces chiffres qui constituent le tableau VII suivant.

TABLEAU VII

Diamètre des fils de coton. Torsion trame ($d = 0,66$)

Numéro du fil	Diamètre en m/m	Numéro du fil	Diamètre en m/m
4	0,48	37	0,16
8	0,34	50	0,14
10	0,31	60	0,13
12	0,28	70	0,12
16	0,24	80	0,11
20	0,22	90	0,10
24	0,20	100	0,10
28	0,19	110	0,09
30	0,18	120	0,09

On pourrait évidemment construire une courbe des variations de diamètre en fonction du numéro, mais ce serait sans intérêt, car on obtient évidemment une courbe de forme hyperbolique analogue à celle tracée pour les fils de chaîne.

C) Fils de trame à torsion floche (bonneterie):

Les éléments suivants ont servi de base à notre étude :

Trame bonneterie N° 12		
»	»	N° 16
»	»	N° 20
»	»	N° 30

Les longueurs des fibres composant ces différents fils sont groupées dans le tableau VIII suivant :

TABLEAU VIII

Numéro du fil	Longueur commerciale des fibres
12	27 m/m
16	27 m/m
20	28 m/m
30	28 m/m

Comme on peut le constater, ces différents cotons sont en tous points semblables à ceux composant les fils de trame ordinaire, étudiés dans le paragraphe précédent. Nous admettons donc, pour eux, les mêmes caractéristiques de finesse, diamètre et résistance.

Les torsions de ces différents fils, ainsi que les coefficients de torsion correspondants, sont indiqués dans le tableau IX suivant.

TABLEAU IX

Numéro du fil	Torsion au mètre	Coefficient de torsion
12	400	110
16	455	114
20	528	118
30	685	125

Dans les conditions habituelles, nous avons été amené, par la moyenne des essais effectués sur ces 4 fils, à fixer à 0,54 la densité apparente de ce genre de fil.

Partant de cette densité apparente, nous avons calculé dans le tableau X les diamètres de quelques fils à torsion floche.

TABLEAU X

Diamètre des fils de coton. Torsion trame floche ($d = 0,54$)

Numéro du fil	Diamètre en m/m	Numéro du fil	Diamètre en m/m
4	0,54	24	0,22
8	0,36	28	0,20
10	0,34	30	0,20
12	0,31	37	0,18
16	0,27	50	0,15
20	0,24	60	0,14

CHAPITRE IV

CARACTERISTIQUES DES FILS DE LAINE

Nous étudierons successivement, dans ce chapitre, les caractéristiques des fils de laine peignée et celles des fils de laine cardée.

A) *Fils de laine peignée :*

Nous n'avons eu à notre disposition qu'une gamme de fils de chaîne. Elle était composée des numéros suivants :

Fil chaîne	N°	20
»	»	N° 28
»	»	N° 32
»	»	N° 36
»	»	N° 40

Ces 5 fils, après étude de la finesse des fibres qui les composent, sont tous constitués de laine prime croisée, classement de Roubaix, dont les caractéristiques moyennes de qualité s'établissent comme suit :

Diamètre moyen	23, μ 75
Numéro métrique moyen (finesse).	1.730

Au point de vue torsion et coefficient de torsion,

les 5 fils étudiés répondent aux spécifications du tableau XI suivant.

TABLEAU XI

Numéro du fil	Torsion au mètre	Coefficient de torsion
20	389	87
28	476	90
32	520	92
36	565	94
40	594	94

Ces 5 fils sont nettement comparables, au point de vue de nos essais, et leurs coefficients de torsion sont ceux couramment admis pour les fils de chaîne. Les mesures de diamètre nous ont amené à calculer, comme précédemment expliqué, la densité apparente moyenne des fils de chaîne de laine peignée. Nous avons trouvé $d = 0,68$. Ce chiffre est assez éloigné de celui qui fut indiqué par J. Dantzer dans ses travaux déjà cités, soit $d = 0,58$. Cette différence provient certainement de la torsion : cet auteur n'a en effet pas indiqué le genre de fils qu'il a étudiés ; nos essais semblent montrer qu'il a dû opérer sur des fils de trame.

Partant de la densité ainsi déterminée, nous avons groupé dans le tableau XII suivant les diamètres des principaux fils de laine peignée.

TABLEAU XII

Diamètre des fils de laine peignée. Torsion chaîne ($d = 0,68$)

Numéro du fil	Diamètre en m/m	Numéro du fil	Diamètre en m/m
5	0,61	30	0,25
10	0,43	36	0,23
12	0,40	40	0,22
14	0,37	50	0,19
16	0,34	60	0,17
20	0,31	70	0,16
24	0,28	80	0,15
28	0,26	90	0,14

On peut faire, sur ces résultats, les mêmes remarques que celles faites sur le diamètre des fils de coton: à savoir la diminution très rapide de ce diamètre à mesure que le numéro augmente, les fils fins présentant entre eux des écarts peu importants de diamètre.

On pourrait, mais ce serait sans intérêt, tracer la courbe de forme hyperbolique traduisant ces variations.

B) *Fils de laine cardée :*

Nos essais ont porté sur un ensemble de fils de même fabrication, réalisés avec un mélange de laines identiques dont les numéros et les désignations étaient les suivants :

Fils de chaîne : N^{os} 4 - 6 - 8 - 12 - 16 - 18.

Fils de trame : N^{os} 6 - 12 - 14 - 18.

Ces fils étant composés de laines mélangées, il est très difficile de déterminer sûrement la qualité de

ces matières premières, qui présentent fatalement un degré assez élevé d'hétérogénéité.

1) *Fils de chaîne :*

Les caractéristiques de torsion sont rassemblées dans le tableau XIII suivant.

TABEAU XIII

Numéro du fil	Torsion au mètre	Coefficient de torsion
4	320	160
6	394	161
8	465	165
12	588	170
16	687	172
18	724	175

Les coefficients de torsion obtenus montrent qu'il s'agit nettement de fils de chaîne qui sont, dans ces conditions, en tous points comparables pour nos mesures de diamètre.

La détermination des diamètres des 6 fils étudiés nous a conduit à fixer, comme densité apparente moyenne des fils : $d = 0,72$.

Cette densité moyenne permet de déduire le diamètre des fils de différents numéros. Ces diamètres sont rassemblés dans le tableau XIV suivant.

TABLEAU XIV

Diamètre des fils de laine cardée. Torsion chaîne ($d = 0,72$)

Numéro du fil	Diamètre en m/m	Numéro du fil	Diamètre en m/m
2	0,94	11	0,40
4	0,67	12	0,38
5	0,59	13	0,37
6	0,54	14	0,36
7	0,50	16	0,33
8	0,47	18	0,31
10	0,42	20	0,30

2) *Fils de trame :*

Les 4 fils de trame étudiés ont les torsions suivantes :

TABLEAU XV

Numéro du fil	Torsion au mètre	Coefficient de torsion
6	308	126
12	452	131
14	490	131
18	560	132

Ces coefficients répondent pleinement aux conditions exigées des fils de trame.

Nous pouvons donc, sur cette gamme de fils, opérer des mensurations de diamètre comparables. Ces mesures nous ont donné, comme densité apparente moyenne de ces fils : $d = 0,66$. Cette densité permet de déduire par le calcul, les diamètres des fils de dif-

férents numéros. Ce sont ces diamètres calculés qui figurent dans le tableau XVI suivant.

TABLEAU XVI

Diamètre des fils de laine cardée. Torsion trame ($d = 0,66$)

Numéro du fil	Diamètre en m/m	Numéro du fil	Diamètre en m/m
2	0,98	11	0,42
4	0,69	12	0,40
5	0,62	13	0,38
6	0,57	14	0,37
7	0,53	16	0,35
8	0,49	18	0,33
10	0,44	20	0,31

N. B. — On peut naturellement faire, pour ces fils de laine cardée, les mêmes remarques que précédemment concernant les conditions de variation des diamètres en fonction des numéros.

CHAPITRE V

CARACTERISTIQUES DES FILS DE RAYONNE

Nos essais ont porté sur des fils de viscose et des fils d'acétate de cellulose de la qualité désignée commercialement sous le nom d'albène.

La torsion des fils de rayonne ne se donne pas suivant la loi de Kœchlin, précédemment citée. Ce fait s'explique en raison de la composition même de ces fils : il ne s'agit plus en effet ici, comme pour le coton ou la laine, de fils formés de filaments discontinus dont la torsion a précisément pour but d'assurer la cohésion, mais bien de fils formés par la réunion de filaments de longueur continue : la torsion ne joue plus ici son rôle de cohésion : elle a simplement pour but, en tordant plus ou moins fortement ces filaments entre eux, de donner au fil certaines qualités de résistance et d'élasticité, mais il est à remarquer que la valeur de cette torsion varie peu avec les titres des fils. C'est ainsi que, d'une manière générale, on distingue pour les fils de rayonne :

- les fils à torsion trame, dont la torsion varie de 70 à 150 tours au mètre ;
- les fils à torsion chaîne, dont la torsion varie de 200 à 300 tours au mètre.

Ces torsions sont données directement au métier à

filer pour les fils de viscose produits sur les métiers à filer, dits centrifuges. Elle est au contraire donnée après filage, sur des moulins à tordre, pour les fils de viscose produits sur les métiers à filer, dits « parallèles » (sur lesquels on fabrique de préférence les fils de titre fin) et pour les fils d'acétate de cellulose.

Ajoutons enfin qu'on emploie beaucoup, pour le tissage notamment, des fils surtordus dits à torsion crêpe, dont la torsion varie de 2.000 à 3.000 tours au mètre, ces fils étant plus spécialement destinés au tissage des tissus du genre crêpe, la forte torsion du fil contribuant à leur donner un aspect spécial caractéristique.

A) FILS DE VISCOSE

1) *Fils à torsion trame :*

Les fils de rayonne se caractérisent d'une part, par leur titre exprimé en deniers, et d'autre part, par le nombre des brins élémentaires qui les composent

La gamme des fils de torsion trame que nous avons étudiée comprenait les fils suivants :

100 deniers	18 brins	
150	»	24 »
200	»	32 »
300	»	50 »

On constate immédiatement que les filaments élémentaires constituant ces fils ont des titres qui varient de 5,5 à 6,2 deniers. C'est la caractéristique des fils de viscose de qualité courante (filaments élémentaires de 6 deniers environ).

Nous avons ensuite par simple détorsion, comme expliqué précédemment, déterminé les torsions de ces différents fils. Les résultats obtenus sont groupés dans le tableau XVII suivant :

TABLEAU XVII

Titre du fil en deniers	Torsion au mètre
100	90
150	120
200	125
300	120

Les mesures de diamètre, entreprises ensuite, nous ont amené à adopter pour la densité apparente de tels fils, la valeur : $d = 0,48$.

Dans ces conditions, le tableau XVIII donne le diamètre des fils de viscose torsion trame de différents deniers.

TABLEAU XVIII

Diamètre des fils de viscose. Torsion trame ($d = 0,48$)

Titre du fil en deniers	Diamètre du fil en m/m
100	0,17
150	0,21
200	0,24
250	0,27
300	0,30
400	0,34

2) Fils à torsion chaîne :

Nous avons procédé à nos essais sur une gamme de fils identique à la précédente, mais fabriquée avec torsion chaîne.

Ces différentes torsions ont d'ailleurs été trouvées les suivantes :

TABLEAU XIX

Titre du fil en deniers	Torsion au mètre
100	300
150	260
200	250
300	230

La mesure des diamètres nous a permis de calculer une densité apparente moyenne, pour ces genres de fils : $d = 0,80$; valeur qui donne, pour les principaux fils d'usage courant, les diamètres suivants :

TABLEAU XX

Diamètre des fils de viscose. Torsion chaîne ($d = 0,80$)

Titre du fil en deniers	Diamètre du fil en m/m
75	0,11
100	0,13
150	0,16
200	0,19
250	0,21
300	0,23
400	0,27
500	0,30

3) *Fils de viscose à torsion crêpe :*

Nous avons étudié, dans cette catégorie, 3 fils différents :

Crêpe viscose 100 deniers : 40 brins

»	»	150	»	60	»
»	»	200	»	60	»

Ces 3 fils sont composés de filaments élémentaires d'une finesse moyenne de 2,5 deniers. Il s'agit donc d'une matière plus fine que celle formant les fils précédents de chaîne et de trame, constituant la qualité dite « superviscose ».

Les torsions de ces 3 fils ont été trouvées les suivantes :

Crêpe 100 deniers : 2.500 tours au mètre

»	150	»	2.400	»
»	200	»	2.150	»

Ce sont donc des fils à forte torsion, exactement comparables entre eux.

La mesure des diamètres de ces 3 fils nous a permis de fixer la densité moyenne apparente de ce genre de fils. Nous avons ainsi trouvé $d = 0,98$, chiffre qui nous permet de calculer le diamètre des fils de crêpe viscose.

TABLEAU XXI

Diamètre des fils de viscose. Torsion crêpe ($d = 0,98$)

Titre du fil en deniers	Diamètre du fil en m/m
60	0,09
100	0,12
120	0,13
150	0,15
200	0,17
250	0,19

B) *Fils d'acétate de cellulose :*

Dans cette catégorie de matière, nous avons eu à notre disposition des fils dits « albène », rayonne mate à torsion chaîne.

C) *Fils d'albène torsion chaîne :*

La gamme étudiée comprenait les titres suivants :

60 deniers 18 brins			
100	»	32	»
120	»	40	»
150	»	50	»

fils qui sont entièrement comparables au point de vue fabrication, puisque, pour ces 4 échantillons, la finesse moyenne du brin élémentaire ressort à 3 deniers environ.

Les torsions de ces 4 fils sont les suivantes :

60 deniers : 290 tours au mètre			
100	»	260	»
150	»	260	»
200	»	260	»

Ces fils rentrent donc bien dans la catégorie des fils à torsion chaîne.

Nos mensurations de diamètre nous ont amené à fixer, pour la densité apparente moyenne de cette

qualité de fil, la valeur $d = 0,75$ qui nous permet de calculer les diamètres des fils les plus usuels.

TABLEAU XXII

Diamètre des fils d'albène. Torsion chaîne ($d = 0,75$)

Titre du fil en deniers	Diamètre du fil en m/m
60	0,11
75	0,12
100	0,14
150	0,17
200	0,19
220	0,20
300	0,24

CHAPITRE VI

INFLUENCE DE LA TORSION

SUR LE DIAMETRE DES FILS

L'ensemble des essais précédents met en valeur la grande importance qu'a la torsion des fils sur leurs diamètres, puisque, pour des fils de coton par exemple, la densité apparente varie de 0,54 pour les fils les plus floches à 0,74 pour les fils à torsion chaîne.

Il est donc intéressant, et ce sera l'objet de ce chapitre, de se livrer à une étude systématique de l'influence de la torsion sur le diamètre des fils. Nos essais dans cette voie ont porté d'une part sur des fils de coton pris comme types des fils composés de fibres discontinues d'autre part sur des fils de rayonne viscose pris comme types des fils à filaments continus.

MODE OPÉRATOIRE

Le fil à étudier est convenablement tendu entre les pinces du torsiomètre, distantes de 0 m. 50. La pince mobile, agencée comme celle représentée sur la fig. 9, assurant la tension du fil au début de l'expérience, est chargée de contrepoids dont la valeur représente

5 % de la charge de rupture du fil. Le microscope est disposé de manière que le milieu du fil se trouve dans son champ. On matérialise d'ailleurs ce milieu par une touche très légère à l'encre de Chine. Les positions relatives du microscope et du torsiomètre sont telles que le fil affleure juste la platine du microscope, sans avoir aucun contact avec elle. Connaissant la torsion primitive du fil, on lui donne successivement des surtorsions de 100, 200, 300 tours, etc., jusqu'au moment où l'on provoque la rupture du fil sous l'effet d'une surtorsion limite. On mesure le diamètre du fil, au micromètre oculaire, d'une part au départ et d'autre part après chaque surtorsion supplémentaire.

Nous avons opéré dans chaque cas 100 essais semblables et avons pris la moyenne de ces 100 essais comme résultat définitif. Les écarts observés entre les mensurations relevées successivement sur les 100 prélèvements d'un même fil ne se sont d'ailleurs jamais révélés élevés et il est certain que, pour abréger la durée des expériences, on pourrait, sans inconvénient, réduire très sensiblement le nombre des essais. Nous avons cru, pour notre part, utile d'opérer 100 épreuves semblables pour éliminer, autant qu'il était possible de le faire, les causes d'erreur pouvant provenir de l'irrégularité même du fil.

RÉSULTATS

A) Fils de coton :

Nos essais ont porté sur 3 types de fils de numéros et de torsion initiale différents. Les résultats sont rassemblés dans les trois tableaux suivants. Pour chaque torsion, nous avons calculé la densité apparente du fil. Nous rapportons également, dans ces tableaux, les coefficients de torsion successifs obtenus.

TABLEAU XXIII
Fil de coton n° 4

Torsion au mètre	Coefficient de torsion	Diamètre en m/m	Densité apparente	Observations
210	105	0,54	0,54	Torsion de départ
310	155	0,46	0,74	
410	205	0,38	1,11	
510	255	0,34	1,38	
610	305	0,36	1,23	
655				Rupture

TABLEAU XXIV
Fil de coton n° 8

Torsion au mètre	Coefficient de torsion	Diamètre en m/m	Densité apparente	Observations
440	156	0,33	0,74	Torsion de départ
540	191	0,30	0,88	
640	226	0,27	1,09	
740	262	0,25	1,27	
840	297	0,25	1,27	
940	332	0,26	1,17	Rupture
980				

TABLEAU XXV
Fil de coton n° 20

Torsion au mètre	Coefficient de torsion	Diamètre en m/m	Densité apparente	Observations
755	169	0,20	0,79	Torsion de départ
855	191	0,18	0,99	
955	213	0,17	1,11	
1.055	236	0,16	1,25	
1.155	258	0,155	1,42	
1.255	280	0,155	1,42	
1.355	303	0,16	1,25	Rupture
1.380	325			

On peut traduire ces résultats graphiquement, en portant en abscisses les tours de torsion au mètre et en ordonnées les diamètres.

On obtient ainsi les trois courbes de la fig. 12.

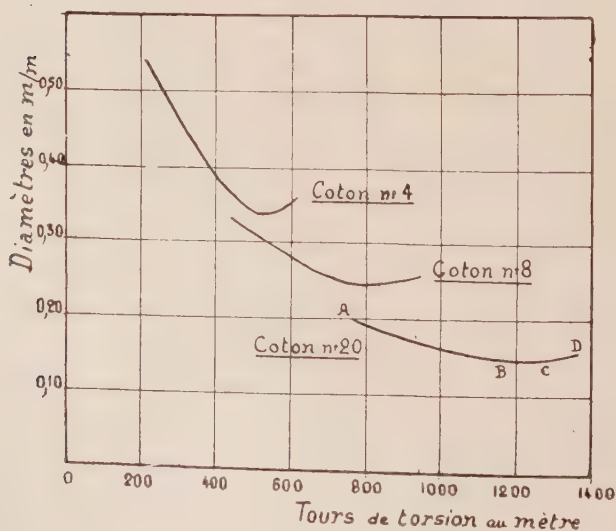


Fig. 12

Ces trois courbes ont sensiblement la même allure hyperbolique dans leurs parties correspondant aux torsions pratiquement utilisées, pour présenter une légère remontée vers les limites de saturation de torsion.

Il est d'ailleurs à noter que ces courbes sont entachées d'une erreur systématique. Il est en effet évident que la surtorsion a pour effet de raccourcir la longueur primitive du fil qui la subit : il en résulte donc un grossissement de son numéro et il n'est pas rigoureusement exact de tracer les courbes de variation de diamètre comme nous venons de le faire. Pour dégager l'influence de ce changement de numéro, nous avons procédé de la façon suivante. L'éprouvette de fil à essayer a une longueur de 0 m. 50, sous la tension initiale, qui ne varie pas au cours des mesures. La pince du torsiomètre, sur laquelle agissent les contrepoids de tension, peut glisser à frottement doux dans son support : cette pince porte une graduation en millimètres, sur laquelle on peut, à chaque instant, apprécier le raccourcissement du fil dû à la surtorsion. Si nous désignons par N le numéro du fil considéré, la longueur de l'éprouvette :

0 m. 50, représente un poids $P = \frac{1}{4N}$ grammes. A

la fin de la première surtorsion supplémentaire, la longueur de l'éprouvette n'est plus que de L_1 c/m., inférieure à 50 cm. Cette longueur pesant le poids P,

le numéro exact du fil est alors $N_1 = \frac{L_1 \times 4N \times 500}{100 \times 1.000}$.

A ce numéro N_1 correspond un coefficient de tor-

sion K_1 , défini par la formule générale $K_1 = \frac{t_1}{\sqrt{N_1}}$

si t_1 représente la torsion exacte du fil à la fin de cette première surtorsion.

En procédant de même, on détermine successivement les coefficients de torsion $K_2, K_3...$ correspondant à toutes les surtorsions supplémentaires appliquées au fil.

On peut alors construire la courbe des variations du diamètre du fil en fonction des variations de son coefficient de torsion.

C'est cette courbe qui est tracée, pour le fil N° 20, sur la fig. 13.

Les écarts que cette courbe présenterait avec celle qu'on pourrait tracer avec les chiffres extraits du tableau XXVI précédent sont insignifiants. Nous

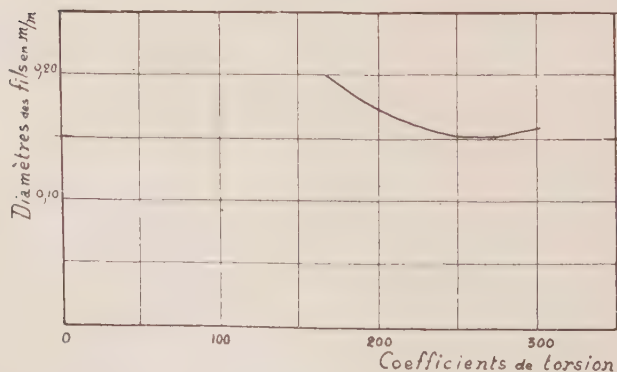


Fig. 13

n'avons pas tracé cette dernière courbe pour ne pas rendre la figure illisible, mais on s'en rend facilement compte en observant que les coefficients de torsion, dans la région de la surtorsion extrême, sont :

— sans tenir compte du raccourcissement.... 303

— en tenant compte du raccourcissement..... 301

L'erreur systématique commise pour la détermination des diamètres successifs, telle que nous l'avons pratiquée, est donc en réalité négligeable.

B) *Fils de rayonne visque :*

Nos essais, dans ce domaine, ont porté sur 2 fils à torsion trame de 100 et 200 deniers.

Les résultats obtenus sont groupés dans les deux tableaux suivants.

TABLEAU XXVI

Fils de rayonne visque 100 deniers

Torsion au mètre	Diamètre en m/m	Densité apparente	Obser- vations
90	0,17	0,47	Torsion initiale
190	0,15	0,63	
290	0,13	0,85	
390	0,12	0,98	
490	0,11	1,16	
590	0,11	1,16	
690	0,12	0,98	
790	0,125	0,90	Rupture
840			

TABLEAU XXVII
Fil de rayonne viscose 200 deniers

Torsion au mètre	Diamètre en m/m	Densité apparente	Obser- vations
120	0,24	0,47	Torsion initiale
220	0,21	0,64	
320	0,19	0,80	
420	0,18	0,88	
520	0,17	0,98	
620	0,165	1,09	
720	0,16	1,10	
820	0,16	1,10	
920	0,16	1,10	
1.020	0,17	0,98	Rupture
1.120	0,17	0,98	
1.195			

Ces résultats se traduisent, comme précédemment, par deux courbes obtenues en portant en abscisses les

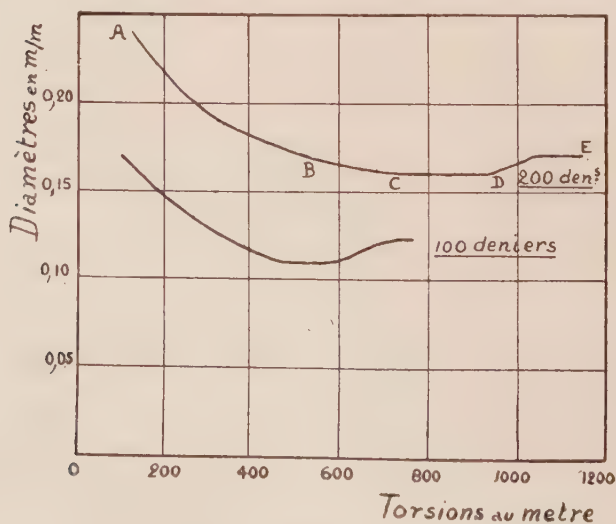


Fig. 14

torsions successives et en ordonnées les diamètres correspondants et représentées fig. 14.

On pourrait également ici corriger ces résultats expérimentaux pour tenir compte du raccourcissement éprouvé par le fil lors des surtorsions successives, mais les quelques essais que nous avons fait dans cette voie ont confirmé ceux exécutés sur les fils de coton et nous ont amené à conclure que ces corrections ne modifiaient que très peu les courbes obtenues : il n'y a donc pas lieu, à notre avis, de faire intervenir ce facteur.

Discussion des résultats. — Nous nous proposons de revenir sur les résultats obtenus tant sur les fils de coton que sur les fils de rayonne, pour examiner les conditions dans lesquelles s'effectuent les surtorsions successives.

1) *Fils à filaments discontinus. Coton.*

On sait que dans un tel fil, les différents filaments sont maintenus entre eux, pour assurer la cohésion et la solidité du fil, d'une part par la torsion qu'on leur imprime lors du filage, d'autre part par le vrillement naturel plus ou moins prononcé de ces filaments, ce second facteur n'étant d'ailleurs pas indispensable, puisque des filaments longs qui en sont totalement dépourvus peuvent néanmoins se filer correctement (lin, chanvre, jute, etc.).

Nous considérerons, dans cette étude théorique, un fil de coton constitué de fibres toutes de même diamètre et de même longueur. Nous ferons également l'hypothèse que, lors du filage, les fibres se groupent

autour d'une fibre centrale occupant l'axe du fil. Nous prendrons enfin, comme section théorique d'une fibre, celle du cercle ayant pour diamètre le diamètre de la fibre. Nous verrons par la suite comment ces différentes hypothèses peuvent cadrer avec la réalité.

Dans un tel fil théorique, on peut admettre que les fibres se placent en couronnes concentriques autour de la fibre centrale.

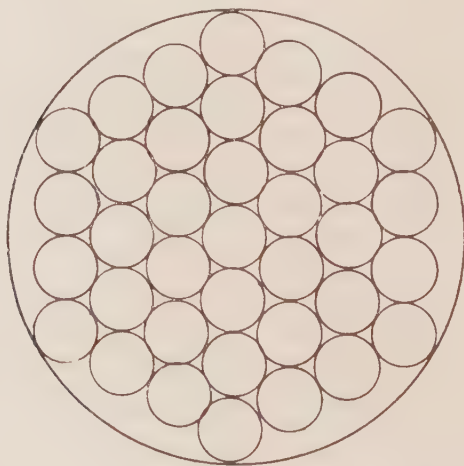


Fig. 15

La section des fibres étant circulaire, on peut réaliser les combinaisons suivantes : $1 + 6$ fibres, $1 + 6 + 6 \times 2$ fibres, $1 + 6 + 6 \times 2 + 6 \times 3$ fibres, et d'une manière générale $1 + 6 + 6 \times 2 + \dots + 6 \times p$ fibres, suivant qu'on dispose, autour de la fibre centrale, 1, 2, 3... p couronnes successives de fibres. On peut se rendre compte de cette disposition sur la fig. 15.

Le nombre total des fibres composant un fil à p couronnes est donné par la formule

$$1 + 3 p (p + 1).$$

Supposons que nous ayons, dans ces conditions, un fil de coton composé de fibres de Texas 28/30 mm., dont nous avons indiqué précédemment le diamètre, soit 19,^μ 4 et la finesse qui correspond à un numéro métrique 4350.

Si, à l'aide de ce coton, nous fabriquons un fil N° 24 (soit 48 métrique), le nombre des fibres com-

posant ce fil sera, dans une section, de $\frac{4350}{48}$, soit

91 environ.

En égalant ce nombre à l'expression précédemment établie du nombre total des fibres composant un fil en fonction de son nombre de couronnes, on obtient $p = 5$; en d'autres termes, le fil théorique considéré comprend un fibre centrale et 5 couronnes successives de fibres.

En se reportant à la fig. 15, il est facile de se rendre compte que le diamètre d'un fil comportant p couronnes est égal à $(2 p + 1) f$ si f désigne le diamètre des fibres composant le dit fil.

Dans ces conditions, le diamètre théorique du fil envisagé serait de : 0 mm. 0194 $\times$ 11, soit 0 mm. 209.

Mais ce premier calcul ne tient pas compte de la torsion du fil. Il est bien évident que cette torsion joue ici un rôle non négligeable.

Sous l'influence de la torsion, les fibres se disposent à l'intérieur du fil en forme d'hélices dont le pas

est fonction de la torsion. Ce pas P est d'ailleurs lié à la torsion par la relation $P = \frac{1}{t}$, P étant exprimé en centimètre, si t représente le nombre de tours de

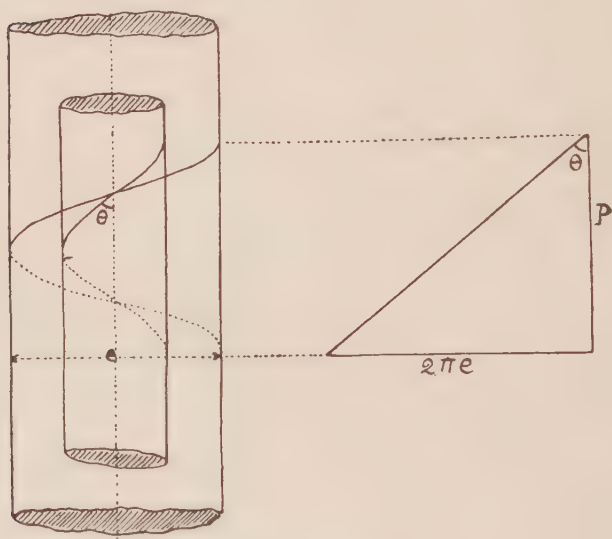


Fig. 16

torsion communiqués au fil par centimètre. Les fibres des différentes couronnes font alors, avec l'axe du fil des angles θ croissant progressivement avec l'éloignement de ces couronnes de l'axe, ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur la fig. 16.

Si nous désignons par e la distance d'une fibre quelconque à l'axe du fil, on voit, en développant sur un plan l'hélice formée par cette fibre, que l'on a la

relation $t g \theta = \frac{2 \pi e}{P}$ ou, en remplaçant P par sa

valeur : $t g \theta = 2 \pi e \times t = 6,3 \times e \times t$ (1), l'unité de mesure étant toujours le centimètre.

D'autre part, si d_0 représente le diamètre de la section droite de la fibre centrale sans torsion et d le grand arc de la section par le même plan d'une fibre identique disposée en hélice, on a la relation

$$d = \frac{d_0}{\cos. \theta} \quad (2).$$

Nous pouvons appliquer les formules (1) et (2) au fil théorique que nous avons pris comme base de notre étude, en complétant ses caractéristiques par sa torsion : nous supposerons que nous ayons un fil à torsion chaîne, la valeur de cette torsion, soit 843 tours au mètre, nous étant fournie par les chiffres du tableau II précédent. Nous pourrons ainsi calculer les diamètres d successifs des fibres constituant les 5 couronnes successives du fil, en tenant compte de leur disposition sous forme hélicoïdale. Il est facile de voir que les distances e des fibres à l'axe du fil sont successivement de $2r$, $4r$, $6r$, $8r$ et $10r$, si r désigne le rayon de la section normale de la fibre centrale.

Les résultats de ces calculs sont rassemblés dans le tableau XXVIII suivant.

TABEAU XXVIII

Rang des fibres	Angle θ	Diamètre des fibres
Fibre centrale	0°	0 m/m 0194
1 ^{re} couronne	5° 50'	0 m/m 0195
2 ^e couronne	11° 40'	0 m/m 0198
3 ^e couronne	17° 10'	0 m/m 0203
4 ^e couronne	22° 25'	0 m/m 0209
5 ^e couronne	27° 10'	0 m/m 0218

On déduit de ce tableau le diamètre calculé du fil égal à :

$$2 \quad (0 \text{ mm. } 0195 + 0 \text{ mm. } 0198 + 0 \text{ mm. } 0203 \\ + 0 \text{ mm. } 0209 + 0 \text{ mm. } 0218) + 0 \text{ mm. } 0194 \\ = 0 \text{ mm. } 224, \text{ soit } 0 \text{ mm. } 22.$$

Ces calculs nous montrent que la section du fil croît avec la torsion, ce qui découle d'ailleurs de la

formule (2) précédente $d = \frac{d_0}{\cos. \theta}$, puisque l'aug-

mentation de la torsion a pour effet d'augmenter l'angle θ fait par les fibres avec l'axe du fil.

Nous sommes donc en présence des résultats suivants. D'une part, l'étude théorique nous donne, pour un fil N° 24, les éléments suivants :

Diamètre sans torsion : 0 mm. 21, correspondant à une densité apparente $d = 0,60$.

Diamètre avec torsion : 0 mm. 22, correspondant à une densité apparente $d = 0,54$.

Par ailleurs, nos mesures directes de diamètres de fil nous ont donné les résultats suivants :

Torsion chaîne : diamètre 0 mm. 19. Densité apparente 0,74.

Torsion trame (demi-chaîne) : diamètre 0 mm. 20. Densité apparente 0,66.

Torsion trame floche : diamètre 0 mm. 22. Densité apparente 0,54.

Tous ces chiffres paraissent, à un premier examen, contradictoires. Il n'en est rien cependant lorsqu'on examine de plus près la constitution d'un fil. Il est tout d'abord normal que les diamètres théoriques calculés soient supérieurs aux diamètres réels. En effet, les fibres de coton sont loin de présenter une section circulaire : elles affectent les formes les plus variées, ainsi que le montre d'ailleurs la microphotographie fig. 2. On commet donc une erreur systématique en assimilant, pour le calcul, ces sections à un cercle. Il faut toutefois remarquer qu'il serait également faux de ne prendre en considération, pour le calcul du diamètre, que la section réelle des fibres : en effet, le coton se présente naturellement en fibres vrillées qu'on ne peut assimiler à des cylindres ayant pour base leur section droite : chaque fibre s'inscrit plus exactement dans un cylindre ayant pour base le cercle tracé sur le diamètre de la fibre, ce qui nous rapproche de l'hypothèse faite au début de notre étude théorique.

D'autre part, le calcul nous a montré que le diamètre d'un fil augmentait en fonction de sa torsion, résultat en contradiction formelle avec les chiffres obtenus par nos mesures directes.

Cette anomalie s'explique facilement : en effet, lorsque la torsion du fil augmente, les fibres se serrent les unes contre les autres, de manière à emplir les espaces libres existant entre elles dans un fil à très faible torsion, ce qui est une cause de la diminution du diamètre. Ce tassage des fibres a, au début de la surtorsion, une influence beaucoup plus forte que l'augmentation du diamètre de la section des fibres due à l'augmentation de la torsion, mise en évidence par le calcul. Cette prépondérance dure jusqu'au moment où les fibres sont intimement serrées les unes contre les autres. A partir de ce moment, si l'on continue à tordre le fil, on produira une compression des fibres entre elles, compression qui aura pour résultat de provoquer une diminution du diamètre ; mais cette compression s'opère avec difficulté et, dans ces conditions, l'augmentation théorique de diamètre due à la torsion devient à son tour prépondérante : on constate donc un grossissement du fil qui se poursuit jusqu'au moment où les forces mises en action pour la compression des fibres suffisent à provoquer la rupture de celles-ci et du fil lui-même.

Ces divers phénomènes ont d'ailleurs été mis expérimentalement en évidence par l'étude systématique de la surtorsion, que nous avons faite précédemment. Sur la courbe de la fig. 12, nous retrouvons cette évolution du diamètre du fil N° 20 : de A en B, diminution progressive du diamètre correspondant au tassage des fibres ; de B en C, léger palier correspondant à l'équilibre des causes opposées de variation

du diamètre. Enfin, à partir de C, remontée du diamètre aboutissant à la rupture en D.

Il est de plus à remarquer que, lors de la surtorsion limite correspondant au diamètre minimum (point B de la courbe), la densité apparente du fil : $d = 1,42$ reste encore inférieure à la densité propre de la cellulose composant le coton, soit 1,5. Cette différence s'explique en partie par les lumens existant dans les fibres de coton, dont on estime en général à 10 % la surface par rapport à la surface totale des fibres.

Enfin, il est à noter que le grossissement du fil dû à la torsion ne commence à avoir d'action prépondérante que lorsqu'on aborde les fortes torsions : cette observation justifie la pratique courante, en filature de coton, d'augmenter l'étirage au métier à filer pour la production d'un fil à forte torsion, toutes choses restant égales par ailleurs.

En résumé et malgré les contradictions toutes apparentes signalées précédemment, nous sommes donc fondés à conclure que, pour les torsions courantes, le diamètre des fils varie en raison inverse de la torsion.

Cette conclusion s'applique d'ailleurs naturellement à tous les fils formés de filaments discontinus.

2) *Fils à filaments continus. Rayonne viscose.*

Nous procéderons, dans ce cas, avec la même méthode que précédemment et nous prendrons, pour étayer nos calculs, un fil de crêpe viscose 200 deniers

60 brins, tordu à 2.150 tours, fil dont nous avons indiqué, au chapitre V, le diamètre, soit 0 mm. 17.

La composition de ce fil montre qu'on peut le considérer, avec les conventions précédentes, formé de 4 couronnes successives disposées autour d'un filament central.

Ce fil étant composé de 60 brins, chaque brin a un diamètre d tel que :

$$\frac{45.000 \times \pi \times d^2 \times 1,55}{4} = \frac{10}{60}$$

1,55 représentant la densité de la viscose, puisque 450 mètres de fil pèsent par définition 10 gr. (200 deniers). Cette expression nous conduit à prendre : $d = 0 \text{ mm. } 0175$.

En calculant successivement les diamètres des brins disposés en hélice autour du brin central, on obtient les chiffres du tableau XXIX suivant.

TABLEAU XXIX

Diamètre des filaments	Angle θ	Rang des filaments
Filament central	0°	0 m/m 0175
1 ^{re} couronne	13° 20'	0 m/m 0179
2 ^e couronne	25° 20'	0 m/m 0193
3 ^e couronne	35° 30'	0 m/m 0214
4 ^e couronne	43° 30'	0 m/m 0241

On en déduit alors le diamètre calculé du fil, égal à :

$$2 \quad (0 \text{ mm. } 0179 + 0 \text{ mm. } 0193 + 0 \text{ mm. } 0214 + 0 \text{ mm. } 0241) + 0 \text{ mm. } 0175 = 0 \text{ mm. } 182, \text{ soit } 0 \text{ mm. } 18.$$

Le résultat du calcul confirme presque exactement le résultat des mesures expérimentales ($d = 0$ mm. 17).

Ce fait s'explique en raison de la section sensiblement circulaire des filaments de viscose : en raison de cette forme même, on peut considérer qu'aux fortes torsions, ces filaments se disposent sensiblement suivant l'hypothèse qui a servi de base à nos calculs.

Pour des fils de trame, les calculs précédents ne sauraient donner aucune indication sérieuse : en effet, dans ces fils à faible torsion, les différents filaments n'ont aucune cohésion entre eux, ce qui explique, en particulier, les très faibles densités apparentes obtenues par les mesures directes. Ce manque de cohésion est imputable à l'absence totale de « crochet » des filaments artificiels : aucun vrillement naturel ne retient en effet les filaments les uns aux autres.

Les essais de surtorsion progressive que nous avons effectués sur des fils de trame viscose ont montré que, très rapidement, on obtenait un diamètre correspondant au diamètre des fils à torsion crêpe (densité apparente : $d = 0,98$) ; on explique aisément ce résultat par l'absence de crochet des filaments : aucune force interne ne vient s'opposer à la disposition des filaments, suivant la répartition théorique en couronnes que nous avons admise.

Lorsque la surtorsion augmente encore, on constate que le diamètre du fil ne diminue plus que faiblement, il y a bientôt équilibre entre l'influence du serrage des filaments entre eux et l'influence de l'augmentation de leur diamètre sous l'action de la torsion. Lorsque cet équilibre se rompt, c'est que les filaments sont comprimés au maximum : on note à

ce moment un léger accroissement du diamètre (dû à la torsion), mais la rupture du fil suit en général immédiatement ce phénomène.

Les différentes phases de l'effet de la surtorsion sont d'ailleurs très visibles sur la courbe fig. 14 : la partie A B représente la période de torsion normale, aboutissant à la densité apparente 0,98. De B en C, fin de la surtorsion, puis palier de C à D ; enfin, petite remontée de D en E pour aboutir à la rupture du fil.

Toutes ces considérations nous montrent que, comme pour les fils à filaments discontinus, le diamètre d'un fil de rayonne est inversement proportionnel à sa torsion, tant que celle-ci ne dépasse pas les limites pratiques.

De plus, la comparaison des résultats concernant les fils de coton et les fils de rayonne montre que ces derniers sont nettement moins souples que les fils de coton, puisque leur torsion saturante correspond à une densité apparente $d = 1,10$, assez éloignée de la densité réelle de la viscose : 1,55, alors que par la surtorsion on arrive, sur un fil de coton, à obtenir une densité apparente $d = 1,42$ pour une densité réelle de 1,50.

SECONDE PARTIE

ETUDE DE LA LOI DU DUITAGE MAXIMUM

CHAPITRE I

GENERALITES ET MODES OPERATOIRES

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, les essais entrepris en vue de l'étude de la loi du duitage maximum n'ont pu s'effectuer au laboratoire : il s'agit en effet d'essais de caractère industriel, qu'il a été indispensable de réaliser dans un atelier de tissage. Nous avons opéré dans les ateliers de Neuilly de la Société « Les Nouveaux Procédés de Tissage », qui nous ont été ouverts grâce à l'amabilité de son administrateur, M. Delamare-Deboutteville.

Le matériel qui a été utilisé pour le tissage des échantillons qui étaient nécessaires à nos travaux est le métier mécanique Diederichs, du modèle courant, à commande électrique individuelle, et de 120 cm. de largeur au peigne. Toutefois, pour assurer une livraison aussi régulière que possible de la chaîne, le métier choisi était muni d'un dérouleur automatique de chaîne à commande par mouvement différentiel. Nous ne décrivons pas plus amplement ces matériels,

qui sont classiques et d'un emploi absolument courant en tissage.

Les essais ont été conduits dans les conditions suivantes : une chaîne donnée étant montée sur le métier, on commence le tramage avec le fil de trame choisi pour l'essai, en plaçant au régulateur du métier un pignon correspondant à un duitage nettement inférieur au duitage maximum, ce qui est très facile à déterminer lorsqu'on connaît la chaîne et la trame utilisées. On tisse quelques centimètres de tissu dans ces conditions, puis on arrête le métier : on change le pignon du régulateur pour augmenter le duitage et on remet le métier en marche. On opère ainsi progressivement jusqu'au moment où l'on atteint le duitage maximum. Ce duitage est facilement identifiable : il correspond à la limite au delà de laquelle tout tissage est pratiquement impossible, les duites successives chevauchant les unes au-dessus des autres : le produit obtenu n'a plus alors aucune des caractéristiques d'un tissu.

En conduisant ces essais successifs avec beaucoup de soin, notamment durant leur partie finale, nous sommes arrivés dans chaque cas à connaître, à une duite près, le duitage maximum.

Ces mêmes opérations ont été répétées pour des chaînes de matières et de comptes différents, en utilisant les fils de trame les plus variés comme genres et numéros.

Les différents échantillons ainsi réalisés ont alors été étudiés au point de vue de leur contexture. Nous avons relevé, sur chacun d'eux, le compte et le duitage. Pour le duitage en particulier, la détermination

en a été faite au compte-fils, en procédant à des mensurations multiples effectuées en différents endroits de l'échantillon pour, le cas échéant, prendre la moyenne de tous les résultats obtenus ; mais il est à noter que nous avons toujours trouvé dans les échantillons à duitage maximum, une régularité absolue du duitage.

Tous nos essais ont été effectués sur des tissus réalisés suivant l'armure de la toile. Nous avons choisi cette armure pour les considérations suivantes : tout d'abord en raison de sa très grande utilisation en tissage et ensuite parce qu'elle représente le mode d'entrelacement des fils de chaîne et de trame le plus complet, deux fils de chaîne voisins y travaillant toujours en opposition.

Les résultats que nous avons ainsi obtenus peuvent, à un coefficient près, s'appliquer à toutes les autres armures simples, le coefficient de proportionnalité variant naturellement avec chaque armure.

Nous allons maintenant donner, dans les chapitres suivants, les résultats de nos essais et les enseignements pratiques qu'il nous a été possible d'en tirer.

CHAPITRE II

TISSUS DE COTON

Avant tout essai de tissage, nous avons procédé à la vérification des numéros et des torsions des fils mis à notre disposition. Ces essais préalables étaient indispensables, puisqu'ainsi que nous le verrons plus loin, le diamètre de ces fils joue un rôle primordial dans l'étude du duitage maximum. Il fallait donc connaître les caractéristiques exactes de tous les fils.

Nos essais de vérification, effectués en utilisant les modes opératoires décrits au chapitre II de la première partie, ont confirmé les indications fournies par la désignation des fils. Les écarts observés sur les numéros des fils n'ont jamais excédé 3 %, ce qui rentre dans les tolérances normales. Il en a été de même des torsions, les coefficients de torsion calculés correspondant, suivant les cas, à des fils de chaîne ou à des fils de trame (demi-chaîne).

Dans ces conditions, nos matériaux ont été les suivants :

En chaîne : 1 fil moyen N° 20 ; 1 gros fil N° 10.

En trame : une gamme de 9 fils de numéros 3,5 - 5 - 7 - 10 - 14 - 20 - 24 - 30 - 40.

Les montages réalisés sur métier ont été, en ce qui concerne la chaîne :

— *en fils N° 20, comptes de* : 6 - 12 - 18 - 24 - 48 fils au centimètre ;

— en fils N° 10, comptes de : 18 - 36 fils au centimètre, soit 7 dispositions de chaîne différentes.

Ces éléments nous ont donc permis de procéder à 63 essais différents de tissage, dans les conditions indiquées au chapitre précédent.

Les diverses valeurs de duitage maximum correspondantes sont groupées dans les deux tableaux XXX et XXXI suivants, dans lesquels nous avons également rapporté les diamètres des fils de trame tels que nous les avons précédemment déterminés.

TABLEAU XXX
Duitages maxima en chaîne coton n° 20

Numéro du fil de trame	Diamètre du fil de trame en m.m.	Compte 6	Compte 12	Compte 18	Compte 24	Compte 48
3,5	0,52	12				
5	0,44	18				
7	0,37	22	18	17	16	14,5
10	0,31		24	22	20	17
14	0,26		32	26	24	19
20	0,22		44	32	30	23
24	0,20			36	32	24
30	0,18			40	36	25
40	0,15			49		

TABLEAU XXXI
Duitages maxima en chaîne coton n° 10

Numéro du fil de trame	Diamètre du fil de trame en m.m.	Compte 18	Compte 36
7	0,37	17	13
10	0,31	22	15,5
14	0,26	29	18
20	0,22	35	20
24	0,20	»	»
30	0,18	»	21
40	0,15	44	23

Une première observation se dégage de l'examen des deux tableaux précédents : à savoir que le duitage maximum décroît lorsque le compte en chaîne augmente. Ce fait était facile à prévoir *a priori*, puisque les difficultés d'insertion du fil de trame sont naturellement fonction du nombre des fils de chaîne au centimètre.

Si d'autre part nous considérons un fil de trame de diamètre D , le nombre maximum de ces fils, serrés les uns contre les autres, pouvant se placer sur une longueur de 1 cm., Tm sera donnée par la relation : $DTm = 1$, dans laquelle D est exprimé en centimètres.

Cette relation se représente graphiquement par une branche d'hyperbole équilatère, en portant en abscisses les diamètres des fils et en ordonnées les valeurs correspondantes de Tm (et en se limitant naturellement aux valeurs positives de ces deux variables).

Les différentes valeurs de Tm correspondant aux diamètres des différents fils de trame, constituent les limites supérieures des duitages maxima obtenus avec ces fils de trame. Ces limites ne peuvent d'ailleurs pratiquement pas être atteintes puisqu'elles correspondraient à un tissu sans chaîne, seul cas où la juxtaposition complète des fils de trame serait possible.

En utilisant les mêmes axes de coordonnées et les mêmes unités, il est facile de représenter, pour chaque compte de chaîne étudié, les variations des duitages maxima en fonction des diamètres des fils de

trame. On obtient ainsi une famille de courbes dont le paramètre est précisément le compte en chaîne.

Ce sont ces différentes courbes correspondant à la chaîne coton N° 20, ainsi que la fonction $TmD = 1$ que nous avons représenté sur la fig. 17. On obtien-

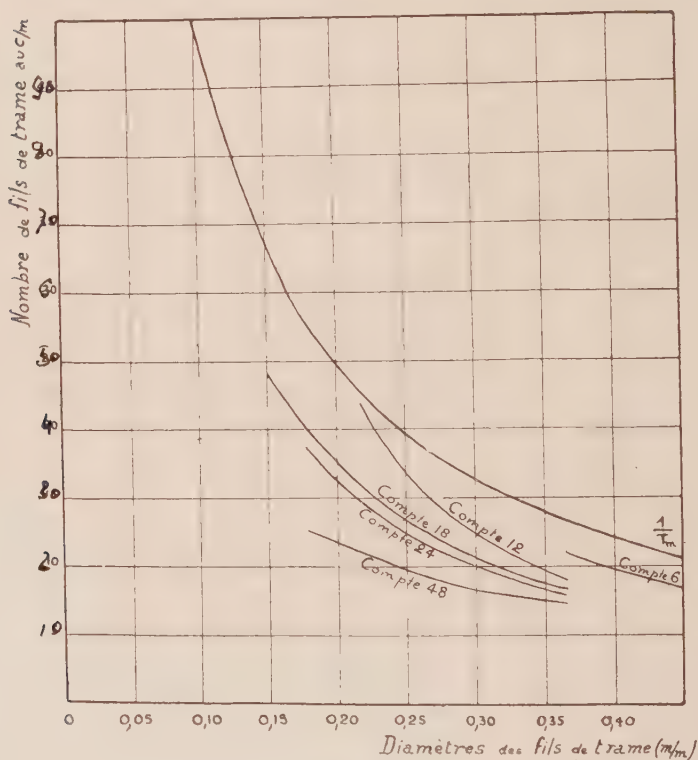


Fig. 17

draît, avec les résultats fournis par nos essais sur la chaîne N° 10, des courbes d'allure analogue.

En observant ce faisceau de différentes courbes, on peut faire les remarques suivantes :

1° Ces courbes se rapprochent de plus en plus de l'axe des abscisses, au fur et à mesure que le compte augmente, ce qui traduit la diminution du duitage maximum, toutes choses étant égales par ailleurs, lorsque le compte de la chaîne croît.

2° Ces courbes paraissent (tout au moins dans leur partie utile, seule représentée sur la figure) avoir un rayon de courbure qui augmente avec le compte en chaîne.

En partant de ces observations et de nos résultats, nous avons cherché à déterminer une formule générale permettant de représenter dans son ensemble le faisceau des courbes des variations du duitage maximum, en fonction du diamètre des fils de trame et de la composition de la chaîne dans laquelle ces fils de trame sont insérés.

Nos résultats expérimentaux nous montrent tout d'abord que le duitage maximum, que nous désignons par T , varie en raison inverse du diamètre du fil de trame. Il varie également en raison inverse, ainsi qu'il ressort des courbes de la fig. 17 du compte de la chaîne. Enfin, la comparaison des résultats obtenus d'une part avec le fil de chaîne N° 20 et d'autre part le fil de chaîne N° 10, montre que le duitage maximum est également fonction du numéro de la chaîne, ou, ce qui est équivalent, de son diamètre.

Nous pouvons donc poser *a priori* la formule

$$T = f(d_c, d_t, c)$$

dans laquelle d_c et d_t désignent respectivement les diamètres des fils de chaîne et de trame, et c le

compte de la chaîne, f étant une fonction inconnue que nous proposons de déterminer.

La relation hyperbolique $TmD = 1$ qui représente, ainsi que nous l'avons vu, la limite supérieure idéale du duitage maximum (en l'absence de toute chaîne) oriente naturellement nos recherches, pour l'expression de T définie par l'équation précédente, vers la forme hyperbolique. Cette première donnée est d'ailleurs confirmée par la forme générale des courbes des duitages maxima de la fig. 17.

Nous sommes donc conduits à formuler, à titre de première hypothèse, que le duitage maximum est une fonction hyperbolique du diamètre du fil de trame. Nous verrons plus loin dans quelles limites cette hypothèse peut raisonnablement être adoptée.

En considérant le faisceau des courbes de la fig. 17 comme des branches d'hyperbole équilatère, on constate que si les courbes paraissent sensiblement admettre l'axe des abscisses comme asymptote horizontale commune, elles ont visiblement des asymptotes verticales différentes. En extrapolant le tracé de ces courbes en dehors des limites de nos essais, on constate que les abscisses définissant les asymptotes verticales décroissent constamment lorsque le compte en chaîne croît. Partant d'une valeur nettement positive pour les comptes peu serrés, les abscisses des asymptotes successives décroissent, pour avoir une valeur nettement négative pour les comptes très serrés.

Pour essayer de traduire ce fait dans une formule générale, nous avons été amené à prendre en considération une donnée que nous désignons par le terme

de « serrage » de la chaîne (l'expression densité serait plus correcte, mais elle présente l'inconvénient de prêter à confusion avec la densité du fil composant la chaîne) et que nous allons définir. Un fil de chaîne étant choisi de diamètre d_c , on peut, comme nous l'avons fait pour la trame, en déduire un compte maxima Cm défini par la relation $Cm \cdot d_c = 1$, dans laquelle d_c est exprimée en centimètres. Cm est le compte obtenu au cas où tous les fils de chaîne seraient exactement juxtaposés les uns aux autres : c'est en somme la limite supérieure des différents comptes qu'on peut monter sur un métier à tisser avec un fil de chaîne donné. Nous appelons serrage d'une chaîne de compte C fils au centimètre, l'ex-

$$\text{pression } s = \frac{C}{Cm}.$$

On peut d'autre part admettre que la déformation des courbes successives représentant les variations du duitage maximum en fonction du numéro des fils de trame pour chaque valeur du compte en chaîne s'opère d'une manière continue. On peut donc admettre, dans ces conditions, puisque les abscisses des différentes asymptotes positives pour les comptes peu serrés sont négatives pour les comptes très serrés, que pour une certaine valeur Co du compte, cette abscisse sera nulle, l'hyperbole représentative correspondante ayant alors l'axe des ordonnées pour

$$\text{asymptote verticale. Nous désignons par } s^0 = \frac{Co}{Cm}$$

le serrage de cette chaîne particulière.

La fonction $f(d_c, d_t, c)$ que nous cherchons à définir devra donc remplir les conditions suivantes :

1) Etre hyperbolique ;

2) Présenter une asymptote verticale qui, confondue avec l'axe des coordonnées pour un serrage particulier s_0 , aura une abscisse positive pour tout serrage inférieur à s_0 et une abscisse négative pour tout serrage supérieur à s_0 ;

3) Enfin, d'après nos observations précédentes, varier d'une manière inversement proportionnelle au diamètre du fil de chaîne.

$$\text{L'expression } f(d_c, d_t, c) = \frac{K}{d_t - d_c (s_0 - s)} \text{ répond}$$

évidemment aux trois conditions précédentes. Il est à remarquer que la variable c y figure implicitement,

puisque $s = \frac{c}{cm}$ est une fonction directe du compte.

$$\text{Nous avons donc essayé de poser } T = \frac{K}{d_t - d_c (s_0 - s)}.$$

Les résultats expérimentaux rassemblés dans les tableaux XXX et XXXI nous permettent de vérifier si cette formule peut s'appliquer dans la pratique courante. Il suffit, à cet effet, de calculer la valeur de la constante K pour tous les tissus que nous avons réalisés. Si les chiffres obtenus présentent une certaine constance, ce sera la preuve que la formule précédente peut pratiquement être prise en considération.

Les valeurs successives de s correspondant aux différents comptes en chaîne que nous avons étudiés ont été déterminées en partant des caractéristiques et notamment des diamètres des fils de chaîne ras-

semblés dans la première partie, chapitre III de notre travail.

C'est ainsi que, pour la chaîne n° 20, d'un diamètre de 0 mm. 20, le compte maximum est de

$$Cm = \frac{1}{0,020} = 50$$

et le serrage s correspondant au compte C est de

$$s = \frac{C}{50}.$$

Pour la chaîne n° 10, d'un diamètre de 0 mm. 29, le compte maximum est de

$$Cm = \frac{1}{0,029} = 34$$

et le serrage s correspondant au compte C est de

$$s = \frac{C}{34}.$$

Nous avons alors calculé l'expression

$$K = T [d_t - d_c (s_0 - s)]$$

pour différentes valeurs de s_0 . Nous avons fixé, *a priori*, à cette variable toutes les valeurs de 0,1 à 1, de dixième en dixième. Cet ensemble de calculs nous a permis de constater que, pratiquement, les écarts les moins importants relevés dans les valeurs de K étaient obtenus pour la valeur $s_0 = 0,50$.

Nous avons d'ailleurs groupé ces résultats dans le tableau XXXII suivant.

TABLEAU XXXII

Valeurs de l'expression K correspondant à $s_0 = 0,50$

Numéro de la trame	Diamètre de la trame en cm.	Chaîne N° 20 Cm. = 50					Chaîne N° 10 Cm. = 34	
		Compte 6 $s = 0,12$	Compte 12 $s = 0,24$	Compte 18 $s = 0,36$	Compte 24 $s = 0,48$	Compte 48 $s = 0,96$	Compte 18 $s = 0,53$	Compte 36 $s = 1,04$
3,5	0,052	0,532						
5	0,044	0,635						
7	0,037	0,646	0,572	0,581	0,585	0,669	0,643	0,684
10	0,031		0,619	0,620	0,612	0,683	0,701	0,722
14	0,026		0,665	0,603	0,614	0,668	0,779	0,749
20	0,022			0,614	0,648	0,717	0,800	0,752
24	0,020			0,619	0,627	0,700		
30	0,018			0,608	0,633	0,680		0,706
40	0,015			0,597			0,693	0,704
Moyenne des Valeurs de K.		0,611	0,619	0,606	0,620	0,686	0,725	0,720

En étudiant ces différents résultats, on voit que l'on peut les grouper en deux catégories: d'une part, les valeurs de K correspondant à des serrages inférieurs à 0,50 et d'autre part, les valeurs correspondant à des serrages supérieurs à 0,50.

En opérant les moyennes, on trouve les chiffres suivants :

pour serrage inférieur à 0,50 : $K = 0,614$;

— pour serrage supérieur à 0,50 : $K = 0,710$.

Dans ces conditions, nos résultats expérimentaux nous conduisent à adopter la formule empirique :

$$T = \frac{K}{d_t - d_c \quad (0,50-s)}$$

avec, suivant le degré de serrage de la chaîne :

$$K = 0,614 \text{ si } s < 0,50;$$

$$K = 0,710 \text{ si } s > 0,50.$$

T désignant le duitage maximum de la trame de diamètre d_t pouvant pratiquement s'insérer dans une chaîne de serrage s , composé de fils de diamètre d_c (les diamètres de fil étant exprimés en centimètre).

CHAPITRE III

TISSUS DE LAINE

Les essais sur les tissus de laine ont été effectués dans les mêmes conditions opératoires que ceux relatifs aux tissus de coton.

Une première série d'expérience préliminaires nous a montré qu'au tissage, les fils de laine peignée et les fils de laine cardée se comportaient identiquement en ce qui concerne le duitage maximum dans une chaîne donnée.

Dans ces conditions, nous avons groupé ensemble les essais relatifs à ces deux genres de fils.

Nos expériences ont porté sur les montages en chaîne suivants :

Fil de chaîne N° 28 mm. peigné en comptes : 10 -
14 - 20 - 26 - 30 fils au centimètre ;

Fil de chaîne N° 7,5 mm. cardé en comptes : 8 -
10 - 14 fils au centimètre ;
soit 8 dispositions différentes en chaîne.

Les trames utilisées, toutes en laine cardée, sont

des fils des numéros : 4 - 6 - 8 - 10 - 12 - 15, soit 6 trames différentes.

Ces éléments permettraient donc la réalisation d'un nombre maximum de 48 échantillons différents.

Les résultats concernant les duitages maxima obtenus en tissant les différents fils de trame dans les deux chaînes précédemment définies sont rassemblés dans les tableaux XXXIII et XXXIV suivants.

TABEAU XXXIII

Duitages maxima en chaîne laine peignée n° 28 m/m

Numéro du Fil de trame	Diamètre du Fil de trame en m/m.	Compte 10	Compte 14	Compte 20	Compte 26	Compte 30
4	0,69	12	11,5	10	10	10
6	0,57		13,5	12	11,5	11
8	0,49	17	15	14	13,5	12
10	0,44	20	18	16	14	13
12	0,40			17	15,5	14
15	0,37			18	16	15

TABEAU XXXIV

Duitages maxima en chaîne laine cardée n° 7, 5 m/m

Numéro du fil de trame	Diamètre du fil de trame en m/m.	Compte 8	Compte 10	Compte 14
4	0,69	12	10,5	9
6	0,57	13	11,5	10
8	0,49	14	13,3	11

Tenant compte des résultats obtenus dans l'étude des tissus de coton nous avons cherché à appliquer au cas présent une formule de la forme

$$T = \frac{K}{d_t - d_c (s_0 - s)}$$

avec les mêmes notations et définitions que celles indiquées précédemment. Il était d'ailleurs logique d'opérer ainsi, car les courbes construites en portant en abscisses les diamètres des fils de trame et en ordonnées les duitages maxima, ont une allure générale absolument semblable à celles correspondant aux essais effectués sur les fils de coton.

En nous reportant aux résultats obtenus dans nos mesures des diamètres des fils de laine (voir Première Partie, chapitre IV) nous avons, pour les deux chaînes étudiées, les données suivantes :

Chaîne laine peignée 28 mm.; diamètre 0 mm. 26 :

$$Cm = 38 \quad s = \frac{C}{38}.$$

Chaîne laine cardée 7 mm. 5 ; diamètre 0 mm. 40 :

$$Cm = 20 \quad s = \frac{C}{20}.$$

Nos recherches, pour l'application de la formule définissant T nous ont conduit, d'une part à fixer à 0,50 la valeur optimum de s_0 et d'autre part à calculer la valeur de la constante K pour les différents tissus d'étude réalisés. Ce sont ces valeurs successives qui sont rassemblées dans le tableau XXXV. suivant.

TABLEAU XXXV

Valeurs de l'expression K correspondant à $s_0 = 0,50$

N° de la trame	Diamètre de la trame en c/m.	Chaîne laine peignée N° 28 m/m. Cm. 38					Chaîne Laine cardée Cm. = 20		
		Compte 10 $s = 0,26$	Compte 14 $s = 0,36$	Compte 20 $s = 0,52$	Compte 26 $s = 0,68$	Compte 30 $s = 0,79$	Compte 8 $s = 0,40$	Compte 10 $s = 0,50$	Compte 14 $s = 0,70$
4	0,069	0,733	0,751	0,695	0,736	0,765	0,769	0,724	0,709
6	0,057		0,724	0,690	0,709	0,710	0,677	0,655	0,668
8	0,049	0,726	0,680	0,693	0,724	0,678	0,617	0,662	0,646
10	0,044	0,755	0,726	0,713	0,681	0,670			
12	0,040			0,689	0,692	0,665			
15	0,037			0,675	0,668	0,668		0,692	
Moyenne des valeurs de K.		0,744	0,719	0,692	0,702	0,692	0,687	0,683	0,674

Nous obtenons ainsi, en prenant pour chaque chaîne la moyenne générale des résultats :

— pour la chaîne peignée N° 28 mm.: $K = 0,709$;

— pour la chaîne cardée N° 7 mm. 5 : $K = 0,681$.

soit, en moyenne : $K = 0,695$.

Dans ces conditions, nous pouvons considérer que pour les tissus de laine peignée ou cardée (et avec les conventions d'unité faites pour les tissus de coton), le duitage maximum T, pratiquement insérable avec une trame de diamètre d_t dans une chaîne de serrage s , composée de fils de diamètre d_c , est

$$\text{donné par la formule } T = \frac{0,695}{d_t - d_c (0,50 - s)}.$$

CHAPITRE IV

TISSUS DE RAYONNE

Les essais sur les fils de rayonne ont été entrepris dans des conditions identiques à ceux faits sur les fils de coton et de laine.

Ils ont porté sur les éléments suivants :

- fil de chaîne Albène 75 deniers en comptes : 32 - 44 - 65 - 72 - 88 fils au centimètre ;
- fil de chaîne Albène 100 deniers en comptes : 26 - 44 - 56 fils au centimètre.

Pour la trame, nous avons utilisé des fils de rayonne de viscosse, torsion trame de : 300 - 150 - 100 - 75 - 60 deniers.

Les duitages maxima obtenus dans nos essais successifs de tissage sont rassemblés dans les tableaux XXXVI et XXXVII suivants. Les diamètres des fils qui y figurent correspondent à ceux que nous avons précédemment déterminés (Voir Première Partie, chapitre V).

TABLEAU XXXVI

Duitages maxima en chaîne albène 75 deniers

Titre de la trame en deniers	Diamètre de la trame en m/m.	Compte 32	Compte 44	Compte 65	Compte 72	Compte 88
150	0,21	34	53	30	28	26
100	0,17	42	41	34	32	30
60	0,13	51	50	37	35	34

TABLEAU XXXVII

Duitages maxima en chaîne albène 100 deniers

Titre de la trame en deniers	Diamètre de la trame en m/m.	Compte 26	Compte 44	Compte 56
300	0,30	25	23	22
150	0,21	30	29	26
100	0,17	36	34	31
75	0,15	42		36

L'allure générale de nos résultats, ainsi que le faisceau des courbes représentant les variations des duitages maxima en fonction des diamètres des fils de trame, montre que dans ce cas encore, on doit chercher à appliquer une formule de la forme de celle adoptée pour les tissus de coton et de laine, soit :

$$T = \frac{K}{d_t - d_c (s_0 - s)}$$

avec les mêmes notations.

Pour la recherche des valeurs optima à adopter pour s_0 et K , nous avons, en ce qui concerne les chaînes étudiées, fait état des résultats acquis, soit :

- chaîne 75 deniers Albène : diamètre 0 mm. 12 correspondant à $Cm = 84$: d'où $s = \frac{C}{84}$;
- chaîne 100 deniers Albène : diamètre 0 mm. 14 correspondant à $Cm = 72$: d'où $s = \frac{C}{72}$.

Une première série de calculs a permis de conclure que la valeur optima de s_0 était de 0,30. Nous avons pu alors, avec ces éléments, calculer les valeurs suc-

cessives de la constante K correspondant aux différents tissus réalisés.

Ce sont ces valeurs qui sont rassemblées dans le tableau XXXVIII suivant.

TABLEAU XXXVIII
Valeurs de l'expression K correspondant à $s_0 = 0,30$

Titre de la trame en deniers	Diamètre de la trame en c/m.	Chaîne Albène 75 deniers Cm. = 84					Chaîne Albène 100 deniers Cm = 72		
		Compte 32 s = 0,38	Compte 44 s = 0,52	Compte 65 s = 0,77	Compte 72 s = 0,86	Compte 88 s = 1,04	Compte 26 s = 0,36	Compte 44 s = 0,61	Compte 56 s = 0,78
300	0,030						0,771	0,789	0,808
150	0,021	0,746	0,747	0,799	0,776	0,777	0,683	0,734	0,721
100	0,017	0,754	0,764	0,770	0,759	0,776	0,642	0,725	0,725
75	0,015						0,665		0,782
60	0,013	0,712	0,732	0,696	0,680	0,744			
Moyenne des valeurs de K.		0,737	0,747	0,755	0,738	0,765	0,683	0,749	0,759

Nous obtenons ainsi, en prenant pour chaque fil de chaîne la moyenne des résultats :

— pour la chaîne Albène 75 deniers : $K = 0,748$;

— pour la chaîne Albène 100 deniers : $K = 0,730$;

soit, en moyenne : $K = 0,740$.

Notre formule, en tenant compte de ces différents résultats, s'établit donc comme suit, pour la valeur du duitage maximum T d'une trame de diamètre d_t pratiquement insérable dans une chaîne de serrage s composée de fils d'un diamètre d_c :

$$T = \frac{0,740}{d_t - d_c (0,30 - s)}$$

CHAPITRE V

OBSERVATIONS SUR LES FORMULES DONNANT LES DUITAGES MAXIMA

Nous avons établi, dans les chapitres précédents, trois formules empiriques donnant, pour les tissus de coton, laine et rayonne, les duitages maxima insérables, avec une trame donnée, dans une chaîne donnée. Nous nous proposons de discuter ici les conditions d'emploi de ces formules.

Il faut tout d'abord noter que ces formules ne sont qu'approximatives, mais elles permettent, dans la majorité des cas, de connaître le duitage maximum avec une précision de 10 %, qui est très suffisante dans la pratique courante. Elles ont, de plus, été établies en partant de tissus très différents, puisque, pour le coton par exemple, nous avons étudié 2 fils de chaîne N° 10 et N° 20, dans les comptes les plus variés depuis les plus clairs jusqu'aux plus serrés, et 9 fils de trame depuis le N° 3,5, très gros, jusqu'au N° 40, qui est déjà considéré comme un fil fin. Cette longue gamme de fils variés peut expliquer, en partie, l'approximation des formules établies.

Nous avons, en effet, voulu faire entrer dans une

même formule l'ensemble des tissus étudiés, sacrifiant systématiquement la précision du résultat. Or, il ne faut pas perdre de vue que, dans la pratique courante, on travaille le plus souvent dans des conditions moyennes, à savoir comptes en chaîne correspondant à des serrages moyens (alors que nous avons étudié toute la gamme des serrages possibles) et numéro du fil de trame assez voisin de celui du fil de chaîne (alors que nous avons admis les plus grandes variations telles que chaîne N° 20 et trame N° 3,5 ou chaîne N° 10 et trame N° 40). Rien n'empêche dans ces conditions, pour les applications de la pratique courante, de reprendre nos calculs et de déterminer, pour chaque genre de tissu, une valeur particulière de K , donnant des indications beaucoup plus précises que celles obtenues à l'aide de notre formule générale.

Ce que nous avons voulu dégager, c'est la forme générale de la fonction exprimant les variations du duitage maximum en fonction de toutes les variables caractérisant un tissu donné. L'application pratique n'est plus, pour chaque cas, que question de calculs faciles à exécuter, avec tous les éléments que nous avons établis.

Une autre observation concerne précisément la forme générale des formules empiriques des duitages maxima. On voit, tout d'abord, que cette forme est la même pour les trois matières premières étudiées, ce qui pouvait se prévoir *a priori*. Les tissus de coton et de laine se comportent, au point de vue des duitages maxima, très sensiblement de la même manière: nous n'avons relevé qu'une différence dans le coeffi-

cient de proportionnalité, qui est de $K = 0,662$ (valeur moyenne) pour les tissus de coton, et de $K = 0,695$ pour les tissus de laine.

Pour les tissus de rayonne, au contraire, nous relevons des différences sensibles : d'une part, le coefficient de proportionnalité est plus élevé ; d'autre part, le serrage s_0 , servant de base à l'établissement de la formule, est de 0,30 contre 0,50 pour les tissus de coton et de laine.

Ces résultats vont nous permettre de dégager le rôle joué, dans nos essais, par le serrage particulier s_0 .

En effet, d'après la forme générale de la formule donnant le duitage maximum T , on voit que, toutes choses étant égales par ailleurs, T est une fonction hyperbolique du serrage s de la chaîne.

Or, considérons deux tissus composés de fils de même diamètre, soit par exemple : $d_t = 0 \text{ mm. } 25$ et $d_c = 0 \text{ mm. } 20$, les duitages maxima seront fournis par les formules :

$$T_1 = \frac{0,662}{0,025 - 0,020 \ (0,50-s)}$$

pour un tissu de coton (valeur moyenne de K);
et

$$T_2 = \frac{0,740}{0,025 - 0,020 \ (0,30-s)}$$

pour un tissu de rayonne.

On peut construire, en fonction des différentes valeurs de s , l'arc d'hyperbole représentant les variations de T_1 et T_2 . Ce sont ces deux courbes qui sont reproduites sur la fig. 18.

En examinant ces courbes, on peut faire les remarques suivantes :

1) lorsque s varie de 0 à s_0 , les variations de T s'effectuent rapidement ;

2) dans la zone comprise entre s_0 et 1, ces variations sont beaucoup plus lentes, ces différences provenant de la forme même des courbes (hyperboles).

On peut interpréter ces observations en faisant les

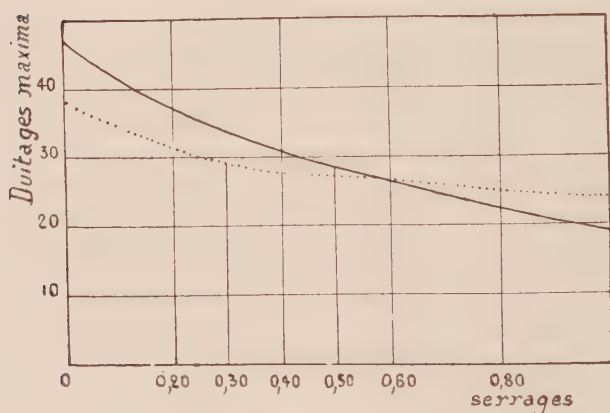


Fig. 18

hypothèses suivantes. Lorsqu'on tisse dans une chaîne donnée, les difficultés d'insertion de la trame ont deux causes principales : d'une part, le frottement des fils de chaîne et des fils de trame ; d'autre part, la résistance produite par les sinuosités des fils de chaîne. Si en effet on fait une coupe d'un tissu perpendiculairement aux fils de trame, on observe l'aspect de la fig. 19 : les fils de chaîne forment des sinuosités pour venir lier convenablement les fils de trame. Or, lors-

qu'on travaille aux environs du duitage maximum, les fils de chaîne sont fortement comprimés entre les fils de trame successifs et cet effet de compression crée une résistance qui s'oppose à l'augmentation du duitage.

On peut admettre que les forces qui s'opposent à l'insertion de la trame (frottement des fils de chaîne et de trame, et compression des fils de chaîne) aug-



Fig. 19

mentent avec le compte. Si nous désignons par f la résistance d'insertion d'une trame provoquée par le frottement de cette trame sur un fil de chaîne, par r la résistance d'insertion due au travail de compression d'un fil de chaîne, et par c le compte en chaîne correspondant au serrage s , la force qui s'oppose au tissage est égale à $c(f + r)$.

On peut considérer la valeur cf comme proportionnelle au compte, puisque pratiquement f , résistance due au frottement des fils, est indépendant du compte. Il n'en est pas de même de cr . En effet, dans les chaînes peu serrées lors du tramage maximum (cas de nos essais), les fils de chaîne sont comprimés au maximum entre les fils de trame, puisqu'ils sont peu nombreux pour supporter l'effort de compression exercé par la chasse du métier à tisser lors de l'insertion du fil de trame. Cette compression maximum dure tant

que l'expression $c(f + r)$ reste inférieure à l'effort exercé par la chasse. Durant cette période, le tramage maximum T décroît rapidement quand c donc s croît.

A partir d'une certaine valeur de c , c_0 correspondant au serrage particulier s_0 , que nous avons introduit dans nos formules, pour admettre la possibilité du tissage, il faut nécessairement que l'expression $c(f + r)$ reste inférieure à l'effort de compression de la chasse; comme elle augmente avec c , il faut donc admettre que r diminue quand c croît.

En d'autres termes, à partir de ce compte c_0 , les fils de chaîne se trouvent moins comprimés que lors de la première période étudiée précédemment. Nous devons donc logiquement constater, dans cette seconde période, une diminution beaucoup moins rapide du tramage maximum T en fonction de l'augmentation du compte c , puisque l'on travaille, au métier à tisser, dans une zone voisine de la position d'équilibre entre les forces de résistances du tissu et l'effort de compression de la chasse.

Ce sont ces résultats théoriques qui sont confirmés par les deux courbes de la fig. 18.

On constate, de plus, que le serrage particulier s_0 est plus faible pour les fils de rayonne que pour les fils de coton. En tenant compte des explications précédentes, cet écart montre que, dans le tissage des fils de rayonne, lorsque le compte c augmente, on arrive plus rapidement au voisinage de la position d'équilibre entre les forces de résistances du tissu et l'effort de compression de la chasse, que dans le tissage des fils de coton. Ce résultat prouve que les fils de rayonne sont moins compressibles que les fils de

coton. Leur composition même (filaments continus à section sensiblement ronde) le laissait d'ailleurs prévoir.

Enfin, la faculté de compressibilité d'un fil est essentiellement fonction de sa souplesse. Or, notre étude théorique des possibilités de torsion des différents fils (Première Partie, chapitre VI), nous a amené à conclure que les fils de rayonne étaient nettement moins souples que les fils de coton, conclusion qui trouve ici une entière confirmation.

Ces quelques observations ouvrent des horizons nouveaux sur les différentes forces de frottement développées lors du tissage : nous nous proposons, dans un travail ultérieur, de reprendre ces essais de tissage en vue de chercher à déterminer et à mesurer pratiquement ces forces de frottement.

CONCLUSIONS

Le présent travail a comporté deux parties distinctes : l'une du domaine des essais de laboratoire, l'autre du domaine des essais industriels.

— I) Dans la première partie, nous nous sommes attaché à la détermination des caractéristiques physiques des fils de coton, de laine et de rayonne :

1) Délaissant les caractéristiques nettement définies actuellement (telles que les résistances et élasticité), nous avons déterminé, à l'aide d'un mode opératoire commode, les diamètres des fils des différentes matières.

2) Nous avons observé les variations importantes des diamètres des fils en fonction de leur torsion et avons justifié, par le calcul, les résultats expérimentaux obtenus.

— II) Dans la seconde partie, nous avons recherché la loi de variation du duitage maximum insérable, avec une trame donnée, dans une chaîne déterminée par son compte et le numéro des fils qui la compose :

1) Le duitage maximum est une fonction hyperbolique du diamètre du fil de trame.

2) Nous avons introduit, dans la loi de variation du duitage maximum, la notion de serrage de la chaîne,

donnée définie comme étant égale au rapport du compte de la chaîne au compte maximum qu'il est possible de réaliser avec le fil composant la dite chaîne.

3) Le faisceau des hyperboles représentatives des variations des duitages maxima en fonction des diamètres des fils de trame, correspondant à des serrages variables d'un même fil de chaîne, admet une même asymptote horizontale et une asymptote verticale dont l'abscisse dépend du serrage de la chaîne.

4) Ces éléments, joints à l'ensemble de nos résultats expérimentaux, nous ont permis de déterminer une formule empirique donnant le duitage maximum en fonction de tous les autres éléments d'un tissu.

5) Si les résultats sont voisins pour les tissus de laine et de coton, ils diffèrent sensiblement pour les tissus de rayonne. Cette particularité tient à la composition même des fils de rayonne, qui se révèlent nettement moins compressibles que les fils de laine et de coton, ce manque de souplesse ayant déjà été établi dans notre étude théorique de la surtorsion des fils.

BIBLIOGRAPHIE

- BALLS (W.-L.). — A method for measuring the length of cotton Haus. Londres, 1921.
- HENRY (Yves). — Détermination de la valeur commerciale des fibres de coton. Paris, 1902.
- CALVERT (M.-A.) et SUMMERS (F.). — The swelling of raw cotton during mercerisation Wilhout tension (*Journal Textile Institute*, août 1925).
- DANTZER (J.) et RÖHRICH (O.). — Dynamomètre Pontillon pour fibres textiles brutes (*Journal Industrie Textile*, 1928).
- Contribution à l'étude de la fibre de coton (*Journal Industrie Textile*, 1928).
- RÖHRICH (O.). — Méthode d'appréciation scientifique et pratique des qualités textiles d'un coton brut. Paris, 1928.
- DANTZER (J.) et RÖHRICH (O.). — Contribution à l'étude des laines; Finesse et qualité. Paris, 1929.
- MAILLARD (F.). — Recherches et observations sur les soies artificielles (*Journal Industrie Textile*, 1925).
- DANTZER (J.). — Détermination des densités et diamètres des matières textiles à l'état de fils simples (*Journal Technique Moderne*, 1911).
- MATTEW (J.-A.). — Nouvelle méthode scientifique pour la mesure du diamètre des filés (*Journal Textile Institute* et *Journal Avenir Textile*, 1926).
- LUC (P.). — De la torsion des fils simples de coton. Paris, 1924.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
PREMIÈRE PARTIE. — ETUDE DES CARACTE- RISTIQUES PHYSIQUES DES FILS....	12
CHAPITRE I. — Généralités	12
CHAPITRE II. — Historique et modes opéra- toires utilisés	15
CHAPITRE III. — Caractéristiques des fils de coton	37
CHAPITRE IV. — Caractéristiques des fils de laine	51
CHAPITRE V. — Caractéristiques des fils de rayonne	57
CHAPITRE V. — Influence de la torsion sur le diamètre des fils	65
SECONDE PARTIE. — ETUDE DE LA LOI DU DUITAGE MAXIMA	85
CHAPITRE I. — Généralités et modes opéra- toires	85
CHAPITRE II. — Tissus de coton	89
CHAPITRE III. — Tissus de laine	101
CHAPITRE IV. — Tissus de rayonne	105
CHAPITRE V. — Observations sur les formules donnant les duitages maxima.....	109
CONCLUSIONS	117
BIBLIOGRAPHIE	119

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

MÉTHODES D'IDENTIFICATION DES FIBRES TEXTILES

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 15 Juin 1936.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

Ch. MAURAIN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

S. CHARLÉTY.

